المكتبة الثقافية

٤٨

أضواء على قاع البحر

الدكتور أنور عبد العليم

وزارة
الثقافة والإرشاد القومي
الإدارة العامة للثقافة

أول نوفمبر ١٩٦١

المكتبة الثقافية

- اول مجموعة من نوعها تحقق اشتراكية الثقافة .
- تيسر لكل قارىء ان يقيم فى بيته مكتبة جامعة تحوى جميع الوان المعرفة باقلام اساتذة متخصصين وبقرشين لكل كتاب .
- تصدر مرتين كل شهر . فى اوله وفى منتصفه

الكتاب القادم

الأزياء الشعبية

سعد الخادم

١٥ نوفمبر ١٩٦١

الثمن ٢ مـ

دار القلم بالقاهرة

٧
٤/

المكتبة الثقافية

٤٨

أضواء على قاع البحر

الدكتور أنور عبد العليم

وزارة
الثقافة والإرشاد القومي
الإدارة العامة للثقافة

اول نوفمبر ١٩٦١

الناشر

دار القلم

١٨ شارع سوق التوفيقية بالقاهرة
ت ٥٥٠٣٢ — ٧٧٧٤١

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

دفعني إلي كتابة هذا البحث ، حاجة المكتبة العربية إلى الكتب العلمية ، و بصفة خاصة إلي تلك الكتب التى تعالج قضايا العلم فى صورة سهلة مستساغة لجمهرة القراء ، الأمر الذى لا يخفى أثره فى نشر الوعى واليقظة العلمية بالبلاد ، لاسيما ونحن فى ثورة علمية مباركة ، أرسيت قواعدها على أسس حكيمة تتمشى وبرامج التصنيع والتطور الاقتصادى للبلاد .

كما أضحت حاجتنا إلى مثل هذه الكتب أيضاً ضرورية لمتابعة التقدم العلمى فى العصر الذى نعيش فيه ، وملاحقة موكب العلم الذى يسير من حولنا بخطى واسعة .

ويعرض هذا الكتاب طرائف عن البحر المحيط بنا وثرواته المكنونة التى لا حد لها ، وتاريخ الكشوف العلمية المثيرة عن أغواره البعيدة المظلمة ، وما عليها من جبال ومنخفضات وسهول ووديان ، تكتنفها مناجم المعادن ، وتكسوها طبقات

من الرواسب المختلفة الأشكال والألوان ، وتعيش عليها أسماك غريبة مخيفة ، مختلفة الشكل والطباع . كما حاولنا أن نبسط للقارىء وسائل سبر أغوار البحر ، واستخراج العينات منها ، وكيف أن دراسة قاع البحر لتلقى كثيراً من الضوء على تاريخ الأرض نفسها .

ولئن كان البحر وأغواره السحيقة قد ألهب خيال الشعراء والكتاب فى الماضى ، فإن دراسته دراسة علمية صحيحة قد استرعت انتباه الدول المتقدمة فى الوقت الحاضر ، وبخاصة من وجهة نظر المصايد البحرية واستغلال الثروات الكامنة على قاعه وفى مياهه ، بغية توفير القوت والغذاء للملايين من البشر .

وبعد فإنا نأمل أن نكون قد وفقنا بهذا العرض ، بعض التوفيق فى تقديم لون جديد من ألوان الثقافة للقارىء العربى .

أنور عبد العليم
أستاذ علوم البحار
بجامعة الاسكندرية

البحر والأرض والسماء

يتسم العصر الذى نعيش فيه بانه عصر الصواريخ والأقمار الصناعية ، وفى كل يوم تطالعنا الصحف ووكالات الأنباء بنبأ مثير من أنباء هذه الأقمار والصواريخ ، أو بقرب موعد إطلاق أول إنسان إلى القمر بعدان إرتاد الفضاء الخارجى للأرض أمثال جاجارين وتيتوف وشبرد . وقد بذلت الاموال على أبحاث الفضاء بسخاء لم يسبق له مثيل فى تاريخ العلوم ، وطغت أنباء هـــذه الأبحاث على كل ما عداها من فروع العلم والمعرفة .

ونسى الناس أو تناسوا فى غمرة هذا الحماس أن الأرض التى نعيش عليها لو أننا نظرنا إليها من صاروخ أو قمر من تلك الأقمار الصناعية التى اطلقت لتدور فى مسارات معلومة حولها ، لمـــا وجدناها تعدو أن تكون بضعة جزر ضئيلة محدودة تطفو فوق محيط شاسع متسع الأرجاء من المـــاء .

ذلك لأن القارات وما عليها من تضاريس لاتكاد تشغل ربع مسطح كوكب الأرض . ثم إن تلك المساحة المهولة من المـــاء التى تشغلها البحار والمحيطات لم تدرس على الوجه الأكمل ،

وما ينبغى لنا أن نرقى صعدا فى أجواز الفضاء قبل أن ندرس البحر المحيط بنا دراسة مستفيضة ، ونغوص إلى اعماقه لنكشف عن أسرازه وكنهه ، وبخاصة إذا أخذنا فى الحسبان ان مقدار علمنا بقاع المحيط لا يتجاوز أكثر من ٢٪ من مساحته .

وجدير بالذكر أن هذا الغلاف المائى الذى يحيط بالكرة الأرضية ويشمل المحيطات الكبيرة المعروفة وهى : المحيط الهادى والمحيط الأطلسى والمحيط الهندى - هذا الغلاف المائى يغطّى مساحة قدرها ٣٦١,٠٠٠,٠٠٠ كيلو مترا مربعاً من سطح الأرض . ثم إننا إذا اعتبرنا أن متوسط عمق المحيطات يبلغ نحو ٣٨٠٠متر ، فإن حجم الغلاف المائى المحيط بالكرة الأرضية يشغل حيزاً من الفراغ يصل إلى ١,٣٧٠,٠٠٠,٠٠٠ كيلو مترا مكعباً . وتقدر كمية الأملاح الذائبة فى هذا القدر الهائل من ماء البحار والمحيطات بنحو ٥×١٠^{١٦} من الأطنان . وهى كمية تكفى لتغطية سطح الأرض كله بالملح إلى ارتفاع قدره ٤٥ مترا ، والقدر الأكبر من الأملاح الذائبة فى ماء البحر يتكون من الملح العادى المعروف بكلوريد الصوديوم او ملح الطعام .

وإذا أخذنا لتراً واحداً من ماء البحر فى وعاء وسخّنّاه حتى يتبخر جميع الماء منه فإن قدرا معلوما من هذه الأملاح

يتبقى فى الوعاء ، فإذا عيّنا وزن هذه الأملاح بالجرامات فإنها تعطينا ما يسمى بدرجة « ملوحة البحر » .

ويحتوى اللتر الواحد من ماء البحر على الأملاح الآتية مقدرا وزنها بالجرامات :

كلوريد الصوديوم (ملح الطعام)	= ٢٧,٢١٣	جراما
كلوريد المغنسيوم	= ٣,٨٠٧	»
سلفات المغنسيوم	= ١,٦٥٨	»
سلفات الكالسيوم (الجبس)	= ١,٢٦٠	»
سلفات البوتاسيوم	= ٠,٨٦٣	»
بروميد المغنسيوم	= ٠,٠٧٦	»
كربونات الكالسيوم (طباشير)	= ٠,١٢٣	»
يود	= آثار ضئيلة	
المجموع	= ٣٥,٠٠٠	جرام

وتكاد تكون درجة الملوحة ثابتة فى جميع البحار والمحيطات وهى فى حدود هذا الرقم ، أى نحو ٣٥ جراما من الأملاح لكل لتر واحدمن الماء، أو بمعنى آخر فإن ملوحة البحر تساوى ٣٥ فى الألف إذا اعتبرنا ان اللتر الواحد من ماء البحر يزن نحو الف جرام تقريباً ، أو على الأقل هى كذلك

فى البحار المفتوحة بعيداً عن الساحل . أما فى البحار شبه المقفلة التى تفقد قدراً كبيراً من الماء بالبخر مثل البحر الأحمر فإن درجة ملوحتها تزيد كثيراً عن هذا الرقم . ويحتوى البحر الأحمر نفسه على ٤١ جراما من الأملاح فى اللتر الواحد . أما البحر الميت فى فلسطين فامره غريب حقاً ويعتبر نوعاً فريداً قائماً بذاته ، ففضلا عن أنه لا يتصل اتصالا مباشراً بالبحر الأبيض ، فإن إطلاق اسم « البحر » عليه من قبيل المجاز . وهو فى الواقع لا يعدو أن يكون بحيرة داخلية كبيرة مشبعة بالأملاح ، ويحتوى اللتر الواحد منه على ٢٧٥ جراماً من هذه الأملاح أى نحو ثمانية أضعاف ملوحة البحار العادية .

وكلما زادت كمية الأملاح الذائبة فى الماء فإن كثافة الماء تزيد ، ومن ثم فإن الأجسام تطفو على سطحه بسهولة . ويمكننا أن نلاحظ ذلك الفرق بانفسنا إذا سبحنا فى بركة للسباحة بها ماء عذب ثم سبحنا فى البحر ، فنحن نجد السباحة فى البحر أيسر منها فى الماء العذب ، لأن كثافة ماء البحر أعلى من كثافة الماء العذب . وبنفس الاستطراد نجد ان الإنسان لا يمكنه أن يغرق فى البحر الميت حتي ولو لم يكن يعرف السباحة ، إذ تطفو الأجسام فوقه نظراً لكثافة مائه العالية ، حتى إن بعض

المعادن الخفيفة تطفو هى الأخرى فوق سطح البحر الميت . .

وإلى جانب الأملاح السابق ذكرها فى ماء البحر ، نجد أن ثمة أملاحا اخرى ذائبة فيه ولكن بنسبة صغيرة جدا ، ومن ذلك أكاسيد الحديد وأملاح الفضة والذهب والبلاتين والفاناديوم والاسترونشيوم والراديوم وغيرها . . بيد ان عملية استخلاص المعادن النفيسة كالذهب والفضة والبلاتين من ماء البحر تتكلف نفقات كبيرة فى الوقت الحاضر نظرا لوجود مثل هذه المعادن بتركيز ضئيل . وعلى سبيل المثال يوجد في اللتر الواحد من ماء البحر من الذهب ما زنته نحو أربعة اجزاء من عشرة ملايين جزء من الجرام . ولكن هناك من الدلائل ما يوحى بوجود مناجم من هذه المعادن ، وخاصة من المنجنيز والكوبلت على قاع البحر . ثم إن معدن المغنسيوم يستخلص الآن بطرق كيماوية سهلة وبكميات اقتصادية من ماء البحر . ويعتبر هذا المعدن من المعادن النفيسة للصناعة إذ تصنع منه القنابل المضيئة وإشارات الاستغاثة التي ترسلها السفن الضالة أو تلك التى توشك على الغرق ، كما يدخل المغنسيوم في صناعة السبائك التى تصنع منها الطائرات ، وتحتوى قاذفة القنابل على ما زنته نحو نصف طن على الأقل من المغنسيوم فى هيكلها .

ويعتبر البحر إلى جانب ذلك مصنعا كيماويا هائلا تتكون فيه كل يوم آلاف الأطنان من المواد العضوية كالبروتينات والدهن والزيوت ، تلك المواد التى تصنعها الكائنات الدقيقة المعلقة فى الماء التى يطلق عليها اسم « البلانكتون النباتي » أو « الفيتوبلانكتون » والتى تنتشر بكثرة فى الطبقات العليا للمحيطات والبحار . وهى تقوم بصنع تلك المواد العضوية بواسطة عملية التمثيل الكلوروفيلى ، أى بواسطة تلك المادة الخضراء التى تحتوى عليها النباتات والمسماه بالكلوروفيل أو الخضير . ويتم بناء المواد العضوية سالفة الذكر بقليل من الطاقة المستمدة من أشعة الشمس الساقطة على سطح البحر وتفاعلها مع غاز ثانى أكسيد الكربون الذائب فى الماء .

وتكوّن تلك الكائنات فى حد ذاتها حجر الأساس في سلسلة الغذاء فى البحر ، إذ تأكلها الأسماك والحيوانات البحرية الأخرى وتبنى منها أجسامها . ويتغذى السمك الكبير على السمك الصغير فى البحر ، وفى النهاية يؤول أمرها جميعا إلى الإنسان نفسه الذى يصطاد الأسماك من البحار ويأكلها طازجة أو مملحة أو محفوظة فى العلب . .

وتلعب البكتريا التي تعيش على قاع البحر دورا هاما

فى سلسلة الغذاء سالفة الذكر . إذ تقوم تلك الكائنات الدقيقة بتحليل المواد العضوية وأجسام الأحياء البحرية الميتة المتساقطة إلى القاع ، إلى مواد أبسط تركيبا ، وتستخلص منها فى النهاية أملاح الفوسفات والنترات ، تلك الأملاح التى تحملها التيارات الصاعدة مرة أخرى من القاع إلى الطبقات العليا حيث تلعب دورا مماثلا للدور الذى تلعبه الأسمدة التى نستخدمها فى الحقول لزيادة محصولاتنا الزراعية . أو بمعنى آخر فإن أملاح الفوسفات والنترات الصاعدة من قاع البحر تسبب خصوبة الطبقات العليا للبحار ، إذ تمتصها كائنات الفيتوبلانكتون ويزداد نموها وانقسامها وبالتالى قدرتها على بناء المواد العضوية الأولية كالبروتينات والزيوت .

ويقدر محصول المصايد العالمى فى الوقت الحاضر بنحو ٣٥ مليون طن من الأسماك سنويا . ولو علمنا أن سكان العالم البالغ عددهم نحو ٣ بليون نسمة يزدادون زيادة مطردة بمعدل ٥٠ مليونا من الأنفس الجديدة كل عام ، وأن الإمكانيات الزراعية وموارد الغذاء على اليابسة مقيدة محدودة — لما ترددنا لحظة واحدة فى الاتجاه إلى البحر كحل لمشكلة الغذاء ، وتوفير القوت الضرورى للملايين من بنى البشر .

* * *

هذا الغلاف المائى المحيط بالكرة الأرضية وثيق الصلة باليابسة وبالغلاف الهوائي الملامس للأرض أيضاً . إذ يعمل المحيط على تلطيف درجة حرارة اليابسة ، بل يعتبر منظما لدرجات الحرارة على الأرض ، يوزعها توزيعا عادلا على سطحها . ولو فرضنا أن الأرض أصبحت خالية من البحار والمحيطات لصار كوكبنا الذى نعيش عليه عالما قارى المناخ ، تسوده فروق كبيرة من الحرارة المرتفعة والبرودة الشديدة قلما يستطيع الإنسان أن يتحملها ، وذلك لأن الأرض تمتص الحرارة بسرعة وتفقدها بسرعة ، أما البحر فإنه يمتص كميات وفيرة من إشعاعات الشمس دون أن ترتفع درجة حرارته ارتفاعا كبيرا . بل يعتبر البحر مخزنا للطاقة الحرارية على كوكب الأرض يصرفها بقدر معلوم ، وسبب ذلك أن الحرارة النوعية للماء أكبر بكثير من الحرارة النوعية لليابسة . ويقصد « بالحرارة النوعية » لأية مادة ، مقدار الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من هذه المادة درجة مئوية واحدة . ولو اعتبرنا الحرارة النوعية للماء = ١ فإن الحرارة النوعية لليابسة = ٠,٢

ويخضع كل من الغلاف الجوى والغلاف المائي المحيط بالأرض لقوانين طبيعية معينة . فكلاهما يفيض من مناطق الضغط العالى

إلي مناطق الضغط المنخفض ، وكلاهما يتأثر فى هذه الحركة بالقوة الناشئة عن دوران الأرض ، فتنحرف الرياح والتيارات البحرية إلي الشرق في نصف الكرة الشمالى ، وإلى الغرب فى نصف الكرة الجنوبى . وكل من الغلاف الجوى والغلاف المائى يمتص أشعة الشمس ويسخن ، كما أنه يفقد الحرارة بالإشعاع ويبرد . بيد أن الحرارة النوعية للماء هى الأخرى أعلى بكثير من الحرارة النوعية للهواء . ولهذا السبب يسخن الهواء أو يبرد بسرعة أكبر بكثير من الماء . وحين يسخن الهواء بفعل الحرارة يخف فيصعد إلى طبقات الجو العليا ، ويحل محله هواء بارد قد يأتى من مناطق بعيدة . ويسخن الهواء بمقادير مختلفة تبعا لبعده أو قربه من خط الاستواء ، وتنشا تبعا لذلك حركة منتظمة لدوران الرياح على سطح الأرض ، تتأثر بالقوة الناشئة عن دوران الأرض نفسها كما تقدم القول .

وحين يبرد الماء يصير اعلى كثافة ، فيرسب عادة إلي القاع . أما الماء الدافىء فيبقى على السطح ، حيث تدفعه الرياح والعوامل الطبيعية الأخرى ، ويكون التيارات البحرية الدافئة مثل تيار الخليج الذى يلطف بدوره حرارة السواحل التى يمر بها . وعلى حين تتجمد معظم الموانى التى تقع على عروض شمالية

فى فصل الشتاء ، نجد أن الموانى النرويجية فى اقصى الشمال ، وهى التي يمر عليها تيار الخليج ، لا تتجمد أبدا نظرا لمرور هذا التيار الدافىء عليها .

ويأخذ كل من الغلاف الجوى والغلاف المائى شيئاً من الآخر ، ويعطي له شيئا بقدر معلوم ، ووفقا لقوانين طبيعية معينة : إذ تذوب كمية من الغازات المكونة للغلاف الجوى فى ماء المحيط ، كما يتصاعد قدر معلوم من ماء المحيط إلى الغلاف الجوى بطريق البخر . وأبخرة المياه هذه ، المتصاعدة من البحار والمحيطات ، هى أصل المياه العذبة التى تسبب فيضان الأنهار والسيول والأمطار التى تسقط على الأرض . فعندما تتكاثف قطرات الماء فى الهواء وتنعقد مع بعضها تكون سحباً تحملها الرياح بقدر وتسقطها بقدر .

وأما عن سمك طبقة الغلاف الجوى المحيط بالأرض فإن الأبحاث الحديثة التى أجريت بواسطة الصواريخ والأقمار الصناعية ، أثبتت أن هذا الغلاف الهوائى يمتد فى الفضاء لمئات الكيلو مترات ، ويكون الضغط الجوى المعروف الذى نعيش تحته والذى يضغط على أجسامنا بمعدل كيلو جرام واحد لكل سنتيمتر مربع من أجسامنا . بيد أن الضغط الجوى يقل كلما

ارتفع الإنسان صعدا فى الفضاء » ولكنه لا يقل بمعدل واحد ، فعلى ارتفاع عشرة كيلو مترات مثلا يقل الضغط الجوى إلى النصف ، اما على ارتفاع مائة كيلو متر فإن الضغط ينقص إلى جزء من مليون بالنسبة للضغط العادى على سطح الأرض .

وأما عن عمق البحار والمحيطات فإن أعمق بقعة سجلت حتى الآن تقع تحت سطح المحيط الهادى بنحو ١١٫٠٠٠ مترا[١] في أخدود عميق بالقرب من جزر الفلبين . ويبلغ متوسط عمق المحيط الهادى نفسه نحو ٤٢٨٠ مترا ومتوسط عمق المحيط الأطلسى نحو ٣٩٣٠ مترا والمحيط الهندى نحو ٣٩٦٠ مترا[١]. وإذا قارنا هذه الأرقام باليابسة نجد أن متوسط ارتفاع اليابسة عن سطح البحر لا يزيد فى جملته على ٨٤٠ مترا . أما أعلى قمم الجبال الأرضية وهى قمة أفرست من جبال الهملايا فترتفع عن سطح البحر بنحو ٨٨٥٣ مترا .

ويزداد الضغط الواقع على أجسامنا كلما غصنا فى أعماق البحر . ومعدل هذه الزيادة هو نحو ضغط جوى واحد لكل عشرة أمتار تحت الماء ، فإذا تصادف لشخص يصطاد تحت الماء بالحربة أو البندقية أن تتبع سمكة لعمق عشرة أمتار فقط تحت

---

(١) سجلت هذا العمق سفينة أبحاث روسية فى صيف عام ١٩٦٠

سطح الماء فإن الضغط الواقع على جسمه عند هذا العمق يساوى في الواقع ضغطين جويين اثنين : أحدهما الضغط الجوى الواقع على سطح البحر والآخر الضغط الجوى الناجم من وزن عمود الماء فوقه وطوله عشرة أمتار ، وهو العمق الذى يسبح عنده هذا الصياد . وعلى هذا الأساس فإن الضغط الواقع على عمق ١٠٠٠ متر يساوى ١٠١ ضغطا جويا . . وللقارىء أن يتصور إذن مقدار الضغط الواقع على أجسام الحيوانات والأسماك التى تعيش فى الأعماق السحيقة للبحار والمحيطات !

* * *

وعندما تخترق أشعة الشمس طبقة الغلاف الجوى فإن جزءاً من هذه الإشعاعات يمتص فى هذا الغلاف بالنظر لوجود دقائق من بخار الماء وجزيئات الغازات والغبار وما إلى ذلك فى هذا الغلاف ، ولما كان بعض هذه الإشعاعات ضارا بالخلايا الحية ، فقد كان من نعم الله على أهل الأرض أن احيط كوكبهم بغلاف من الهواء يقيهم أضرار الإشعاعات الكونية الضارة أو يقلل من حدتها إلى حد كبير .

كما أن جزءاً آخر من أشعة الضوء ينعكس من قمم السحب ويرتد ثانية إلى الفضاء ، وجزءا غيره يتشتت ويتناثر . وتظهر لنا

السماء باللون الأزرق ، وهو لون ظاهرى فقط بالنظر لانتشار الضوء وتشتته في الجو .

وعندما يسقط الضوء على سطح البحر يحدث الآتى :

(١) ينعكس جزء منه على سطح البحر ، الذى يحاكى صفحة المرآة . وقد يبلغ الجزء الذى ينعكس من الضوء على سطح البحر نحو ٣٠٪ من الأشعة الساقطة فى بعض الأحيان . ويزداد انعكاس الضوء حين يضطرب سطح البحر .

(٢) ينكسر جزء من الأشعة الضوئية التى تخترق طبقات الماء ، وذلك لمرورها فى وسط سائل هو ماء البحر له معامل انكسار يختلف عن معامل الانكسار في الهواء . ولكى نقرب إلى ذهن القارىء طبيعة انكسار الأشعة الضوئية عند مرورها فى الماء نقول : إنه إذا نظر الإنسان من أعلى إلى قطعة معدنية من النقود فى قاع إناء زجاجى به ماء فإن الموضع الحقيقى لقطعة النقود على القاع ليس على امتداد الشعاع الساقط من العين ، كما يبدو للناظر لأول وهلة ، وإنما هو موضع آخر أقرب قليلا إلى العمود الساقط على القاع من نقطة تلامس الشعاع لسطح الماء . والوضع الأول هو الوضع الظاهرى ، والوضع الثانى هو الوضع الحقيقى لقطعة النقود .

(٣) ثم إن جزءا آخر من الضوء تمتصه طبقات الماء على أبعاد معينة تحت السطح ، ويتلاشي أثره بعدها ، ولربما كان من الخير أن نزيد هذه النقطة إيضاحاً فنقول :

إن ضوء الشمس الذى يبدو لنا فى أكثر الأحيان أبيض اللون — إلا فى حالتي الشفق والشروق — إنما هو فى الواقع مكون من مجموعة من الإشعاعات ذات ألوان مختلفة تكون فى جملتها ألوان الطيف المعروفة وهى علي الترتيب : أشعة بنفسجية ، ونيلية ، وزرقاء ، وخضراء ، وصفراء ، وبرتقالية ، وحمراء . ولكى يتحقق القارئ المدقق من ذلك يكفي أن يعترض مسار شعاع الشمس بمنشور زجاجى فتنكسر الأشعة وتتحلل إلى الألوان السبعة المذكورة — ، وتفعل قطرات الماء فى السماء عقب المطر فعل المنشور الزجاجى المذكور فى تحليل أشعة الشمس إلى ألوان الطيف المعروفة وهى الظاهرة المعروفة بقوس قزح .

ولكل نوع من الأشعة السبعة سالفة الذكر طول موجة معين ، فبعضها ذو موجات قصيرة كالأشعة البنفسجية والزرقاء ، وبعضها ذو موجات طويلة كالأشعة الحمراء . ويبلغ طول موجة

الأشعة البنفسجية ٤٠٠٠ انجستروم (١) أما الأشعة الحمراء فطول موجتها ٧٠٠٠ انجستروم .

وعند ما تمر الإشعاعات الشمسية فى طبقات ماء البحر فإن الأشعة ذات الموجة الطويلة كالأشعة الحمراء تمتص قريباً من سطح البحر لعدم مقدرتها على اختراق الماء إلى أعماق كبيرة ، وفى أغلب الأحوال تمتص الأشعة الحمراء فى الخمسة عشر متراً الأولي تحت سطح البحر . أما الأشعة الصفراء فقد تصل إلى عمق مائة متر ، وأما الأشعة الزرقاء فقد تصل إلى أعماق أبعد بكثير من ذلك ، ويتوقف امتصاص الأشعة المذكورة أيضاً على درجة شفافية الماء التى تعتمد بدورها على مقدار الشوائب العالقة به .

ويلعب الضوء دوراً هاماً في مياه البحار والمحيطات ، نظرا لأن عملية التمثيل الكلوروفيلى التى ينجم عنها تكوين المادة العضوية فى البحر والتى تقوم بها الكائنات الدقيقة المسماة بالفيتو بلانكتون - لاتتم إلا بواسطة قدر معين من الطاقة الضوئية التى تخترق ماء البحر . وتسمى المنطقة التى تنمو فيها هذه الكائنات بكثرة فى الطبقات العليا للبحار والمحيطات « بالمنطقة الفعالة للضوء »

(١) الانجستروم وحدة لقياس طول الموجة وتساوى ٠,٠٠٠٠٠٠١ من المتر .

أى التى يتم فيها التفاعل الذى تحدثه عملية التمثيل الكلوروفيلى .
وعلى وجه عام يمكن تحديد المنطقة الفعالة هذه بطبقة الماء التى يبلغ سمكها نحو مائة متر تحت سطح البحار والمحيطات ، وإن كان سمك هذه الطبقة يقل أو يزيد تبعاً للقرب أو البعد من خط الاستواء وفى فصول السنة المختلفة ، ومعنى هذا أن منطقة تكاثر الفيتو بلانكتون تزداد فى السعة فى العروض المدارية وكذلك فى الربيع والصيف ، إذ أنه فى تلك المناطق والأوقات تزداد كمية الضوء الساقطة على سطح البحار والمحيطات وتقل هذه المنطقة فى السعة فى العروض الشمالية وكذلك فى الشتاء والخريف لقلة ضوء الشمس كما تتدخل عوامل أخرى فى تحديد سعة هذه المنطقة أيضاً منها : التيارات البحرية وخصوبة ماء البحر نفسه ودرجات الحرارة وما إلى ذلك .

ونظراً لامتصاص ماء البحر للإشعاعات الضوئية المختلفة كلما ازداد العمق تحت سطح الماء ، فإن الشخص الذى يهبط إلى أعماق البحر يحس بزوال الضوء وتلاشيه رويداً رويداً كلما غيبته طبقات الماء . واول ما يختفى للعين من أطياف الضوء الأحمر فالبرتقالى فالأصفر فالأخضر ، ويتغير لون الماء من حول الناظر ويبدو البحر فى حلة بنفسجية خافتة ، ثم يعقب ذلك لون

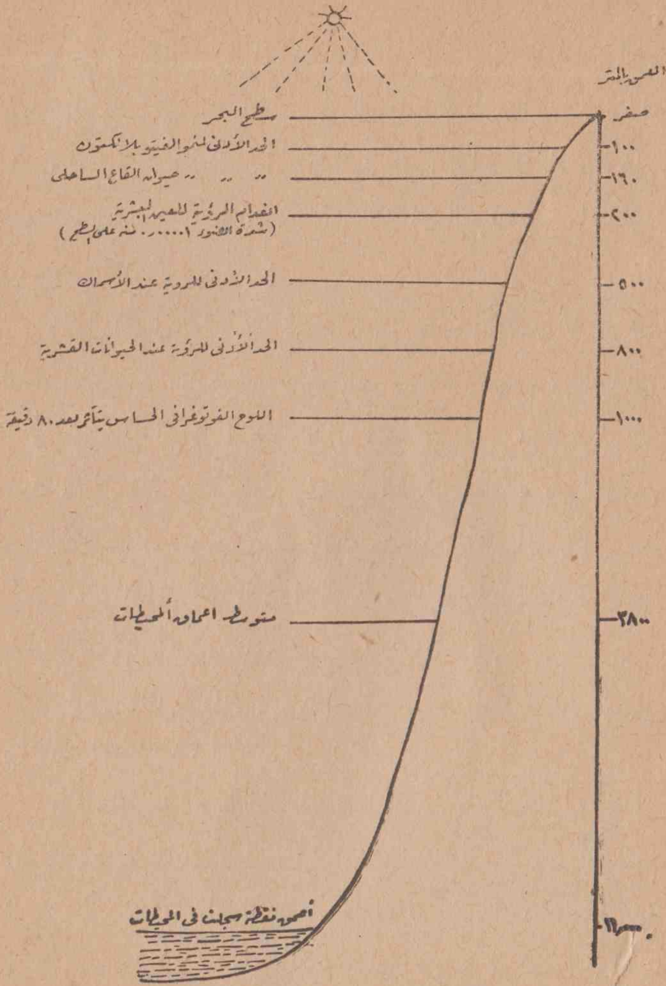
رمادي قاتم ، وبعد نحو مائتي متر تحت سطح البحر تسود ظلمات بعضها تحت بعض ، وكأنما صاحبنا يعيش فى ليل دامس حالك الظلمة، رغم أن قرص الشمس يتلألأ فى رابعة النهار من فوقه على سطح البحر !

وإذا كانت الرؤية تحت سطح الماء محدودة للعين البشرية ، فهى ليست كذلك بالنسبة لأحياء البحر الأخرى . . أما الأسماك فأغلبها يستطيع تميز الأشياء بأعينها إلى أعماق قد تزيد على ٥٠٠ متر ، وأما الحيوانات القشرية كالجمبرى وما على شاكلته ، فنظراً لأن لها عيوناً مركبة فإنها تستطيع الرؤية على أعماق قد تصل إلي ٨٠٠ متر . وأما بعض أنواع الأخطبوط فلها عيون تلسكوبية (تشبه التلسكوب) وتستطيع تميز الأشياء وهى على اعماق قد تزيد على ألف متر .

أما أسماك الأعماق السحيقة التى تعيش على قاع البحر فقد وهبتها الطبيعة أجهزة أخرى كاليراعات المضيئة أو « البطاريات » تشع أضواء فسفورية جميلة تستطيع أن تهتدى بها مثل هذه الأحياء فى ظلمات القاع .

ويبين شكل (١) بعض الآثار المترتبة على اختراق الضوء لماء البحر ، ومنه يتضح أن اللوح الفوتوغرافى الحساس يتأثر بعد تعرضه لمدة ثمانين دقيقة على عمق ألف متر ، والأغلب أن هذا التأثر يتم بفعل الأشعة البنفسجية وحدها ، التى قد يصل أثرها إلي هذا العمق ، ولكنه تأثير خافت ضعيف على أية حال.

وعند هذا العمق وبعده يتهشم الترمومتر العادى ، ويستحيل زجاجه إلي رماد من جراء الضغط الشديد عليه . ولكن العلماء - وقد فطنوا إلى هذا الأمر- تمكنوا من ابتكار أنواع أخري من الترمومترات المصفحة ذات زجاج متين يقاوم الضغط الشديد . وبمثل هذه الترمومترات أمكن لعلماء البحار قياس درجات الحرارة على أعماق بعيدة تزيد على ألف متر بكثير . ويتضح من هذه القراءات أن درجة الحرارة متجانسة تقريبا فى جميع البحار فى الأعماق التى تزيدعلى الألف متر ، وهى درجة تتراوح بين ١ — ٢ درجة مئوية ، أى أعلى بدرجة أو اثنتين فقط من درجة الصفر المئوى التى يتجمد عندها الماء العذب . ويلاحظ أن ماء البحر - على خلاف الماء العذب - لايتجمد عند درجة الصفر ، بل عند درجة أدنى بكثير من ذلك ، لأن الأملاح الذائبة فى الماء تمنعه من التجمد عند درجة الصفر المذكورة .



(شكل ١) الآثار المترتبة على اختراق الضوء لماء البحر

وسواء اكانت قياساتنا لدرجة الحرارة علي الأعماق التى تزيد على ألف متر قد أخذت فى البحار القطبية أم عند خط الاستواء ، فإن تلك الحرارة لا تزيد كثيراً عما ذكرناه ، وعلى ذلك فماء البحار والمحيطات فى تلك الأعماق البعيدة هو ماء بارد فى برودة الثلج .

ومجمل القول إن البيئة البحرية على هذه الأعماق لا تعرف تقلبات الفصول من صيف وخريف وشتاء وربيع ، مثلما هى لا تعرف ضوء النهار ، ولا تصلها أشعة الشمس ، كما أنها بيئة باردة ، لا تتأثر بموقعها من خطوط العرض المختلفة بين القطبين وخط الاستواء . ومن ثم فهي بيئة متجانسة الخصائص إلي حد كبير ، وبالتالى فإن الأحياء التى تعيش فى تلك البيئة قد بلغت حداً فائقا من الملاءمة للمعيشة كما سنري فيما بعد .

ولرب سائل يسأل : وما الهدف من دراسة قيعان البحار وأعماق المحيطات ؟ ؟

وللإجابة على هذا السؤال نقول : إن قاع البحر وأغوار المحيط تعتبر فى حد ذاتها سجلا كاملا ، نستطيع بواسطته أن نفهم تاريخ الأرض نفسها وما اعتورها من حوادث جيولوجية فى الأزمنة والعصور الغابرة ، وذلك عن طريق دراسة الرواسب

التى تراكمت على القاع منذ وجدت البحار الأولى ، ومنها رواسب طينية ورواسب رملية ورواسب طباشيرية ، وأخرى هى عبارة عن هياكل الأحياء الدقيقة التى عاشت فى طبقات البحر العليا، وعند موتها سقطت تلك الرواسب إلى القاع وتراكم بعضها فوق بعض ، مكونة بساطا سميكا قد يصل سمكه فى بعض المناطق إلى عدة كيلو مترات . ومن دراسة هذه الرواسب يمكننا أيضا التعرف على المناخات القديمة التى تعاقبت على وجه الأرض ، كما يمكننا أيضا التعرف على ثورات البراكين التى تركت رمادا بركانيا فى المناطق المحيطة بها على قاع المحيط ، وكذلك على تحركات القشرة الأرضية البطيئة التى تتم خلال أجيال طويلة .

ولئن كانت عوامل التعرية الجوية قد تركت آثارا بالغة فى الصخور والرواسب التي على سطح اليابسة ، وغيرت الكثير من معالم وجه الأرض، على مدى الأحقاب الطويلة بفعل الحرارة والبرودة والأمطار والرياح ، وما يصاحبها من تفتت وتحات ونحت وترسيب ، فإن مثل هذه العوامل لا وجود لها فى أغوار البحار العميقة، اللهم إلا إذا استثنينا فعل التيارات المائية والأمواج فى الصخور الساحلية ، والرواسب المترسبة فى البحار الضحلة . ومن ثم فإن رواسب الأعماق البعيدة تكاد تكون محفوظة

حفظا سليما على مر العصور الجيولوجية ، كما أن التضاريس البحرية التي على القاع تكاد هى الأخرى تحتفظ بالصورة الأولى التى تكونت عليها . وعلى ذلك فإن الجبال الشاهقة التى تكونت على قاع المحيط أثناء الحوادث الجيولوجية العنيفة القديمة التي نجم عنها تكوين الجبال ، لا تزال تحتفظ بالشكل الأصلى القديم الذى تكونت عليه ، ومن ثم فإن دراستها لتلقى الضوء على تاريخ تكوين الجبال علي اليابسة .

* * *

كل هذا بالإضافة إلى أن رواسب القاع غنية بالمعادن النفيسة ، وقد تحتوى على البترول والفحم والبوكسيت والفسفوريت ، فضلا عن مناجم المنجنيز (١) والكوبلت التى أميط اللثام عنها مؤخرا خلال الأبحاث التى تمت ضمن برنامج السنة الجغرافية الدولية الأخيرة المعروفة «بسنة طبيعيات الأرض» والتى بدأت بصفة رسمية فى شهر يونية عام ١٩٥٧ وانتهت فى شهر ديسمبر عام ١٩٥٨ .

ولقد اشتمل برنامج السنة المذكورة علي دراسات رئيسية هامة في العلوم الآتية :

(١) توجد عقد المنجنيز على قاع المحيط الهادى بمعدل ٨٠٠٠ طن فى الكيلومتر المربع .

الأرصاد الجوية ، والمغناطيسية الأرضية ، والشفق القطبي ، والغلاف الجوى للأرض وكلف الشمس أو بقع الشمس ، والأشعة الكونية ، وخطوط الطول والعرض ، وعلوم البحار والمحيطات ، وعلم الجليد ، وعلم البراكين والزلازل ، إلى جانب برنامج الصواريخ والأقمار الصناعية المتقدم ذكره فى أول الكلام. كما حظيت القارة المتجمدة الجنوبية بأهمية خاصة خلال هذه السنة ، وأقيمت عليها محطات دائمة للرصد والبحث اشتركت فيها عدة دول .

ولعل من أشهر النتائج التي أسفرت عنها الدراسات التى أجريت فى علوم البحار والمحيطات خلال هـذه السنة والمتعلقة بقاع البحر نفسه ، هى اكتشاف سلاسل جديدة من الجبال على القاع فى عرض المحيط الهادى والمحيط المتجمد الشمالى ، وذلك إلى جانب الثروات المعدنية المتقدم ذكرها . وكل هـذه الآيات البينات مصداق لقوله تعالى : —

«وهو الذى سخر البحر لتأكلوا منه لحما طريا وتستخرجوا منه حلية تلبسونها وترى الفلك مواخر فيه ولتبتغوا من فضله ولعلكم تشكرون » .

تاريخ الكشف عن قاع البحر

منذ نظر الإنسان فى العصور القديمة إلى البحر المحيط به ، أخذته الروعة والدهشة ، ولم يعدم خياله الخصب من أن ينسج حوله الأساطير وقصص البطولة. وكان الإنسان بطبيعته تواقاً لمعرفة ما على قاع البحر من عجائب الخلق . فمن قائل : إن بقاع البحر عالماً يحاكى عالمنا الأرضى له نظمه وقوانينه ، ولكن تقطنه الجن ومخلوقات أخرى غريبة ، ومن قائل إن قاع البحر تأوى إليه أرواح الموتى ومن قائل : إن قاع البحر مجدب قاحل لا أثر للحياة فيه . وأقدم ما وصلنا من أخبار تلك السير ، مجموعة الخرافات التى نسجت حول « الإسكندر الأكبر » فى معرض الحديث عن بطولته ، والتى نسبت إليه أنه بعد أن انتهى من فتح البلدان وتطهير الأرض ، حدثته نفسه لكشف ما على قاع البحر من غرائب الخلق . وتعرف هذه الأساطير المدونة باسم أساطير « كاليثنس المزيف » نسبة إلى كاتبها ، وعنها نقل الفرس والأثيوبيون والعرب روايات مشابهة . وإن كان الأمر قد اختلط فى هذه الروايات بين « الإسكندر المقدونى » « وذى القرنين »

الذى ورد ذكره في القرآن . ومن يرد الاستزادة من هذا الحديث فليرجع إلى « مروج الذهب » للمسعودى وغيره من المؤلفين فى عصره .

وتدعى تلك الروايات ، المصورة فى أغلب الأحيان ، أن ذا القرنين غاص إلى قاع البحر فى قفص شفاف صنع من جلود الحمير ، وبقى هناك ستة وتسعين يوماً بلياليها أتته خلالها حيوانات البحر طائعة مختارة ، تقدم فروض الولاء والطاعة ، ومن بينها وحش بحرى مهول استغرق مروره أمام قفص الإسكندر أربعة أيام بلياليها ، وهى المدة التى انقضت بين رؤية الإسكندر لرأس الوحش وذيله !

وكان الإغريق فى القرون الأولى يعتقدون بأن الأرض عبارة عن قرص كبير يحيط به بحر شاسع متسع الأرجاء من الماء ، أطلقوا عليه اسم « الأقيانوس » ، وهم وإن كانوا قد جابوا أرجاء البحر الأبيض المتوسط بسفنهم ، ودخلوا مضيق البسفور فالبحر الأسود ، وتحدثوا عن العوالم المحيطة بهذا البحر ، إلا أنهم حين واصلوا السير غرباً إلى جبل طارق وكان يسمى فى لغتهم « أعمدة هرقل » وأشرفوا منها على المحيط الأطلسى ، راعهم جلال هذا المحيط واضطراب أمواجه واكفهرار جوه ،

فاطلقوا عليه اسم بحر الظلمات وحسبوه جزءاً من الإقيانوس العظيم المحيط بالأرض المعروفة .

ولربما كان المصريون القدماء أول من بنى سفنا متينة جابوا بها أرجاء البحرين الأبيض والأحمر ، وكانوا بطبيعة الحال ملاحين مهرة وقوما عمليين ، وإليهم يرجع الفضل فى تدوين أخبار أول بعثة علمية بحرية عرفت فى التاريخ وذلك منذ نيف وثلاثة آلاف عام . وهى البعثة التى أرسلت فى عهد الملكة حتشبسوت من ملوك الأسرة الثانية عشرة إلى جنوب البحر الأحمر وبلاد پونت « الصومال » ، وعادت هذه البعثة من تلك الأرجاء محملة بأشجار الطيب والأفاويه والأحجار الكريمة والعاج والجلود وريش النعام . ودونت أخبارها على جدران معبد الدير البحرى .

ولقد عبر الفنان المصرى القديم تعبيراً صادقا عن هذه البعثة فوضح بالنقوش مراكب للأسطول المصرى القديم وتحتها رسوم لحيوانات بحرية وأسماك فى غاية الدقة والتفصيل ، حتى إن علماء الأحياء المائية تمكنوا من تحقيق الأسماء العلمية لهذه الأسماك من تلك الرسوم .

ويحدثنا التاريخ المصرى القديم أيضا عن بعثة « تخاو »

ابن بسمتيك أحد ملوك الأسرة السادسة والعشرين ، الذى بنى أسطولا كبيراً دار به حول سواحل أفريقيا عن طريق البحر الأحمر ، ثم عاد إلى البحر الأبيض من الغرب عن طريق أعمدة هرقل ،وكانت البعثة فى هذه الدورة قد اجتازت خط الاستواء ، وحدث الملاحون أن الشمس كانت تشرق عن يمينهم .

ولقد مرت فترة طويلة منذ الحضارة المصرية القديمة ، والحضارة اليونانية ، تقدمت فيها علوم الفلك ورصد النجوم ، واستعان الملاحون بهذه العلوم فى السير فى البحر حتى العوالم المطروقة فى ذلك الوقت ، ثم ظهرت الإمبراطورية الرومانية واتسعت أرجاؤها فكان لابد من تقدم فن بناء السفن لنقل الجنود المحاربين والتجارة ووصل أرجاء الإمبراطورية بعضها ببعض ، وتبع ذلك تقدم فى المعلومات الجغرافية والملاحية . وظهر من علماء الرومان العالم الجغرافى إسترابيان فى القرن الأول بعد الميلاد وكانت له آراء قيمة عن تضاريس الأرض ، واعتقد أن على قاع البحر تضاريسا تشابه تلك التضاريس المعروفة على الأرض ، غير أنه لم يجر تجارب أو كشوفات تؤيد هذا الرأى . وتلاه فى القرن الثانى بعد الميلاد العالم الجغرافى الأشهر بطليموس الذى قام بعمل أول خريطة للكرة الأرضية

وضح عليها المعالم المعروفة حتي ذلك الوقت ، ولكنه أخطا أيضا في اعتقاده فى النظرية الإغريقية القديمة المعروفة بنظرية الإقيانوس أو «المحيط المقفول».

العرب والكشوف الملاحية :

أسس العرب فى عهد الأمويين إمبراطورية عظيمة ، امتدت أرجاؤها من الخليج الفارسى إلى المحيط الأطلسى ، وسرعان ما اتسعت الإمبراطورية عقب ذلك فشملت أواسط آسيا والصين حتي نهر سيحون وجيحون شرقا ثم الأندلس وجنوب فرنسا غربا .

وكان من الأمور الطبيعية لتنظيم هذه الإمبراطورية الكبيرة أن يتقدم علم الجغرافيا الذى سمى «علم تقويم البلدان» وذلك بتقدم علوم الفلك والملاحة . وكان العرب بحكم سواحلهم وبحكم بيئتهم القاسية التي تغرس فى النفوس حب المخاطرة والإقدام وبحكم اعتمادهم الكبير علي التجارة وقيامهم من أجلها برحلات طويلة المدى — كانوا ملاحين مهرة لا يرهبهم ركوب البحر ، ولا يثنى من عزمهم عواصفه وأنواؤه فلا غرو أن كان لهم فى فن الملاحة شأن كبير وقدم راسخة .

هذا بالإضافة إلى أن العرب في عصر الترجمة كانوا قد هضموا علوم الإغريق والفرس والهنود فى الفلك والرياضة ، وأضافوا عليها قدرا جديدا ، وإليهم يرجع الفضل فى تحسين آلتين هامتين من أدوات الملاحة كان لهما الفضل الأكبر في كشوفات فاسكودي جاما وكولمبس وماجلان فيما بعد : إحداهما هى آلة رصد النجوم المعروفة بالإسطرلاب ، والأخرى هى البوصلة البحرية المعروفة عند العرب « بيت الإبرة » . وسواء أكان العرب هم أول من اكتشف خواص الإبرة المغناطيسية ، أو أخذوا فكرتها عن الصينيين، فإليهم يرجع الفضل فى تقسيمها واستخدامها فى الملاحة على نطاق واسع . ولا يفوتنا أن نذكر تلك الجداول الفلكية التي وضعها أمثال إبراهيم الغزازى ، وابن يونس المصرى ، والزرقاني والبيرونى ، سواء منهم من كان من الإقليم المصرى أو من العراق أو الأندلس . . تلك الجداول التى لا مناص من الاستعانة بها فى السير فى البر أو فى البحر .

***

ومن مشاهير الملاحين العرب الأوائل في تلك الفترة النيرة من تاريخ العلوم البحرية ذلك الربان المشهور باسم سليمان التاجر (٨٥١ م) الذى عاش فى القرن الثالث الهجرى ، وكان ملاحا

ماهرا ذا خبرة ودراية كبيرة بالبحر ، ليس هذا فحسب بل كان قوى الملاحظة ، دون الكثير من ظواهر البحر الطبيعية التى صادفها خلال جولاته فى البحر الأبيض وفى الخليج الفارسى وفى البحر الأحمر والمحيط الهندى وأرخبيل الملايو ، وفى المحيط الهادى علي مشارف الصين . وقد ضمن مذكراته عن هذه الرحلات فى رسالة مخطوطة محفوظة بمكتبة باريس ، تعرف باسم « رحلة التاجر سليمان » . وقد أضاف إليها شخص آخر معاصر لسليمان اسمه أبو زيد حسن السيرافى ما سمعه من أخبار البحار وأوصاف البلدان فيما جرى ذكره علي ألسنة التجار والبحارة . وفى الرسالة المذكورة أوصاف ممتعة عن الظواهر الجوية غير العادية كالزوابع والأنواء الحلزونية المعروفة « بالتيفون » التى تدفع الرياح أمامها بشدة وعنف ، وهى كثيرة الحدوث فى بحر الصين والفلبين واليابان ، وأحيانا فى المحيط الهندى وشرقى مدغشقر . وفى الرسالة المذكورة أيضاً وصف لبعض حيوانات البحر النافعة كالحوت ومحار اللؤلؤ وطرق صيدها .

ومن طريف ما ورد فى هذه الرسالة عن الحوت أن العرب كانوا يجمعون زيته ويستخدمونه فى طلاء المراكب ، كما كانوا يصنعون من فقرات عظم الحوت مقاعد للجلوس عليها

ومن ضلوعه سقوفاً للبيوت تقيهم الحر والبرد .. «وسمعت من يقول إنه وقع فى قديم الأيام إلى قرب سيراف منه (من الحوت) واحدة ، فقصد للنظر إليها فوجد قوما يصعدون إلى ظهرها بسلم لطيف . . والصيادون إذا ظفروا بها طرحوها فى الشمس وقطعوا لحمها ، وحفروا لها حفراً يجتمع فيها الودك ، ويغرف الودك من عينيها بالحرارة إذا أذابتها الشمس فيجمع ، ويباع علي أرباب المراكب ، ويسد بها خرزها ، ويسد أيضاً ما يتفتق من خرزها . . »

وعلي ذكر الزوابع فقد وصفها الجغرافي العربى القديم أبو زكريا محمد القزوينى فى كتابه المسمي « عجائب المخلوقات » وصفا بديعا ممتعا ، وافترض لتعليل حدوثها فرضا ثبتت صحته أخيراً وهو أن الزوابع تتولد من تلاقى « ريحين مختلفي الهبوب » . . . فإنهما إذا تلاقيا تمنع إحداهما الأخرى من الهبوب فتحدث بسبب ذلك ريح مستديرة تشبه منارة » .

ومن الملاحين العرب الأفذاذ القدامي أيضاً ذلك البحار الشهير أحمد بن ماجد النجدى نسبة إلى مسقط رأسه نجد بالحجاز ، المتوفى فى مستهل القرن العاشر الهجرى ونهاية القرن الخامس عشر الميلادى . وكان أحمد خبيرا باسرار الملاحة

ومسالكها فى البحر الأحمر والمحيط الهندى . ويقال إنه كان من أحد المرشدين الذين استعان بهم فاسكودى جاما فى رحلته الشهيرة حول رأس الرجاء الصالح . وفى ذلك يقول مؤرخ معاصر لابن ماجد هو الشيخ قطب الدين أحمد بن محمد المكى المعروف بالنهروالى المتوفى عام ٩٨٨ هجرية فى مخطوط له محفوظ بالخزانة التيمورية ما يلي : « وقع فى أول القرن العاشر (الهجرى) من الحوادث الفوادح النوادر دخول الفرتقال (البرتغاليين) اللعين من طائفة الإفرنج الملاعين إلى ديار الهند . وكانت طايفة منهم يركبون زقاق سبتة فى البحر ويلججون فى الظلمات ..... ويمرون بموضع قريب من الساحل فى مضيق أحد جانبيه جبل والجانب الثانى بحر الظلمات .... فى مكان كثير الأمواج ، لا تستقر به سفنهم وتتكسر ولا ينجو منهم أحد ..... فلا زالوا يتوصلون إلى معرفة هذا البحر إلى أن دلهم شخص ماهر من أهل البحر يقال له أحمد بن ماجد ، صاحبه كبير الفرنج ـ وكان يقال له الملندى (الأميرال) .... الخ » .

وكان من أشهر جغرافيي القرون الوسطى أيضاً الشريف ابو عبد الله محمد الإدريسى المراكشى المولد . وترجع شهرته

إلى أن ملك صقلية المدعو روجر الثانى استخدمه في حكومته وعينه في حوالي عام ١١٥٤ ميلادية مستشارا فى بلاطه . وكان هذا الملك يحكم معظم إيطاليا فى ذلك الوقت ، وكانت موانى بالرمو ومسينا تعتبر مرسى رئيسيا للسفن من جميع أنحاء العالم المعروف فى ذلك الوقت . وكان الإدريسى يجمع معلوماته من افواه البحارة وقباطنة السفن ، وكان ولا شك خبيرا فى اللغات واللهجات الأجنبية المعاصرة لوقته كالإسبانية والبرتغالية والإيطالية ، وقد كتب فى الجغرافيا مؤلفه الشهير « نزهة المشتاق فى اختراق الآفاق » . وفيه قسم الدنيا إلى سبعة مناطق مناخية ، كل منطقة منها تنقسم إلى عشرة أجزاء .

ولقد استعمل الإدريسى كلمات عربية جميلة لبعض المصطلحات الإقيانوغرافية الدقيقة التى حار علماء البحار اليوم فى إيجاد كلمة موحدة لها يمكن استعمالها فى كل اللغات ، وذلك قبل أن يعرف علماء الغرب مدلول هذه المصطلحات بزمن طويل . ومن ذلك تسميته لبعض مناطق قاع البحر القريبة من الشاطيء ، والتي تترسب فوقها الرمال بفعل التيارات المائية وتكون أكواما منفصلة يكون عمق الماء فوقها ضئيلا لا يسمح بالملاحة — سماها « بالأقاصير » ، ويسميها الإنجليز

«Shoals» والفرنسيون «Haut Fonds» ، ويطلق عليها الألمان اسم «Sandgrund» غير أن تلك المعانى لم تبلغ بعد مبلغ الدقة التى نجدها فى التعبير العربى .

ومن يدقق البحث يجد لغتنا القومية الفصحي غنية بمثل هذه الألفاظ الدقيقة البسيطة ، وذلك يدحض زعم القائلين بأن اللغة العربية لا تصلح لتدريس العلوم .

الكشوف الملاحية فى أوربا فى القرون الوسطى :

فى أعقاب القرن الأول الميلادي وحتى أواخر القرن الثامن وهى الفترة التى أعقبت سقوط الإمبراطورية الرومانية عاشت أوربا فى جهل مطبق . وفى تلك الآونة كانت المعلومات الجغرافية التى ازدهرت أيام الإغريق والرومان قد تدهورت تماما أو نسيت وحلت محلها الخرافات وسادت الفوضى ، ومن تلك الخرافات التى توارثها الناس منذ ذلك العهد القول بأن الدنيا محمولة على قرن ثور ، وأن الملائكة تمسك النجوم حتى لا تقع علي الأرض ، وحين تتركها تحدث الشهب والنيازك وما إلي ذلك .

ولكن ظهر من أهل الشمال قوم عتاة جبارون هم قبائل « الفيكنج » (Viking) من أهل السويد والنرويج والدانمرك

وهؤلاء كانوا فى شبه عزلة عن العالم المتحضر ، إلا أنهم بحارة مهرة بنوا سفنا متينة جابوا بها البحار الشمالية ، واكتشفوا جزيرة إيسلندا وشبه جزيرة جرنيلاندة ويقال إنهم وصلوا إلى أمريكا الشمالية عن طريق الاسكا ، وتركوا هناك حجارة عليها نقوش من لغتهم .

وإذا عدنا إلى البحر الأبيض فى أواخر القرن الخامس عشر الميلادي لوجدنا العالم المتحضر كله يتركز فى حوض هذا البحر . وكانت إيطاليا موئلا للعلماء وملاذاً للذين فروا من الاضطهاد منذ سقوط القسطنطينية . فازدهرت العلوم من جديد وتقدمت بصفة خاصة صناعة الخرائط الملاحية فى إيطاليا .

وفى عام ١٤٧٤ م اختمرت فكرة الملاحة غرباً فى سبيل الوصول إلى الهند وجزر التوابل في رأس صانع خرائط ملاحية من فلورنسا يدعي توسكانيللي ، فبعث إلى ملك البرتغال في ذلك الوقت رسولا يحمل رسالة بهذه الفكرة ومعه خريطة ملاحية من صنع توسكانيللى نفسه ، بيد أن الملك لم يستمع له ولم يؤمن بالفكرة .

وعلم بهذا النبأ خريستوف كولمبس الإيطالي المولد الذى اقتنع بالفكرة ، فاتصل بتوسكانيللي في عام ١٤٨٠ م ، واستطاع أن

يقنع ملكة إسبانيا بتنفيذها فأعدت له اسطولا لهذا الغرض ابحر به إلى الغرب في عام ١٤٩٢ م . ورغم أن كولمبس قد أخطأ في حساباته وتقديراته إلا أنه استطاع أن يصل من طريق الملاحة غرباً إلى جزر الهند الغربية التى ظن خطأ أنها جزر الهند والتوابل ، ولكنها فى الواقع لم تكن غير ارض جديدة سميت فيما بعد باسم أمريكا .

وعقب اكتشاف أمريكا توالت البعثات الملاحية لمسح سواحل الدنيا الجديدة وخاصة من إسبانيا ومن البرتغال . ومن اشهر ملاحي تلك الفترة فاسكودى بالبو (١٥٣٠ م) الذى كان اول من شاهد المحيط الهادى من سواحل أمريكا الغربية ، ثم فرناندو ماجلان الذى دارحول سواحل أمريكا الجنوبية فى سنتي ١٥١٩ و١٥٢٠ م ، ووصل إلى خط عرض ٥٢ جنوباً ، واكتشف المضيق المشهور باسمه . وفى ٢٨ نوفمبر عام ١٥٢٠ م خرج ماجلان من هذا المضيق لأول مرة إلي المحيط الهادى ، وأبحر غرباً حتى وصل إلى جزر الفلبين فى عام ١٥٢١ م . مجتازاً المحيط الهادى نفسه . وبذلك تضاعفت معلوماتنا عن جغرافية الكرة الأرضية ، كما تأكدت النظرية حول كروية الأرض . بيد أن سوء الطالع أودى بحياة ماجلان في جزر الفلبين ، وتوفى ذلك البطل الملاح

فى ماساة ، ولم يعد من أسطوله العظيم إلى أسبانيا سوى سفينة واحدة في عام ١٥٢٢ م .

ويؤثر عن ماجلان فى تلك الرحلة أنه كتب ، فى مذكراته اليومية أنه سبر أعمق أغوار المحيط الهادى بين جزيرتى سان بول وتيبورونس ، بأن ربط ست حبال من حبال سبر الأعماق مع بعضها ولم يكن طولها يزيد فى الواقع عن ٧٠٠ متر فلم تصل إلي قرار البحر ، فاعتقد أن تلك البقعة هى أعمق الأغوار فى هذا المحيط ، ولكن تبين حديثاً ان عمقها يزيد عن ذلك بنحو عشرة أضعاف ، ولكنها كانت المحاولة الجدية الأولى لسبر عمق المحيط على اى حال .

تقدم علم الخرائط وأدوات الملاحة :

تقدم ذكر ازدهار علم صناعة الخرائط الملاحية فى إيطاليا فى القرنين الرابع عشر الميلادى والخامس عشر بل إن هذه الشهرة قد انتقلت فى القرن السادس عشر إلى أسبانيا ، حين استخدم ملك أسبانيا إيطاليًّا يسمي أمريجو ڤسبوتشى قائدا للأسطول ومشرفا على الخرائط .

وتمكن أمريجو من عمل خريطة الدنيا الجديدة فى عام ١٥٠٨

أفي سبانيا ، وتلتها خريطة أخرى أدق وضبط فى عام ١٥٢٩ ، وضح عليها مسارات السفن ومراكز الملاحة الخطرة . وجدير بالذكر أن الدنيا الجديدة قد سميت بأمريكا على اسم هذا الرجل. وفى عام ١٥٧٠ تمكن مركاتور Mercator من ابتكار طريقة تمثيل الكرة الأرضية على سطح مستوٍ . وتعرف طريقته حتى الآن بطريقة مسقط مركاتور فى عمل الخرائط الجغرافية .

وأما عن أدوات الملاحة فقد أدخلت عليها هى الأخرى تحسينات كبيرة وخاصة على « الأسطرلاب » المستخدم فى رصد النجوم .

وفى القرن الثامن عشر نبغ الهولنديون فى فن عمل الخرائط الملاحية ، ورسمت السواحل بدقة كبيرة ، ووضعت عليها العلامات الملاحية المميزة والأعماق القريبة ، كما كان السير اسحق نيوتن العالم الطبيعى الإنجليزى الذي اكتشف قوة الجاذبية قد ابتكر « آلة السدس » لتحديد المواقع البحرية وهى الآلة المعروفة بالسكستانت Sextant كما أدخلت تحسينات كثيرة على البوصلة البحرية ، وتمكن الفرنسى « بوشيه » من ابتكار فكرة خطوط الأعماق المتساوية وتمثيلها على الخرائط البحرية .

الكشوف الإقيانوغرافية في القرنين الثامن عشر والتاسع عشر:

لا يسعنا الدخول فى تفاصيل مطولة عن أخبار هذه الفترة . ولكننا سنكتفى بسرد التواريخ والحوادث الهامة وأشهر الأعمال التى تمت فيها ملخصة فيما يلى :

(ا) فى عام ١٧٢٥ قام لويجي فرناندو مرسيلي الهولندى بأول دراسة علمية بحرية فى خليج مرسيليا فقاس الأعماق ودرجة حرارة الماء وملوحته وطبيعة القاع، واستعمل الشباك والجرافات فى استخراج الأحياء البحرية منه وأخرج كتاباً سماه « التاريخ الطبيعى للبحر » يعتبر اول كتاب علمي فى الإقيانوغرافيا .

(ب) فى عام ١٧٢٨ اكتشف الملاح الروسى برنج المضيق المسمى باسمه الذى يفصل بين شمال أمريكا وآسيا .

(حـ) فى الفترة ١٧٦٩ — ١٧٧٢ قام الملاح الإنجليزى جيمس كوك بمسح السواحل حول استراليا ونيوزيلانده . واكتشف جزر ساندويتش فى المحيط الهادى .

(ء) فى عام ١٧٧٠ أصدر بنيامين فرانكلين خريطته المشهورة لتيار الخليج .

(هـ) فى الفترة ١٨٣٩ — ١٨٤٣ اكتشف السير جيمس

كلارك روس Ross المناطق الجنوبية واستطاع أن يقيس أعماق البحر إلى ٢٤٢٥ قامة .

(و) فى عام ١٨٥١ قام الأمريكى مورى Maury بدراسة مفصلة لتيار الخليج وللعوامل الطبيعية الأخرى كالرياح والتيارات ودرجات الحرارة فى البحر ، وألف كتابه الشهير المسمى « العوامل الطبيعية للبحر » كما دعا إلى تأسيس الجمعية الدولية للملاحة والأرصاد الجوية ونظم أول اجتماع لها فى بروكسل عام ١٨٥٣ فى بلجيكا .

(ز) فى الفترة ١٨٥٠ — ١٨٦٠ نشطت حركة مد أسلاك التلغراف على قاع المحيط لتصل بين القارات ، وتبع ذلك قياس الأعماق البعيدة واكتشاف الحياة على أعماق تزيد على ٢٠٠٠ متر .

(ح) فى عام ١٨٦٥ تمكن عالم دانمركى يدعى فورشهامر من تحليل ماء البحار والمحيطات بدقة واكتشف معلومات قيمة ساعدت على تقدير درجة ملوحة البحار .

كما ازدهرت فى تلك الفترة أيضاً مهنة صيد الحيتان وخرجت أساطيل الصيد للبحث عن مناطق جديدة للحيتان فى البحار القطبية الشمالية والجنوبية ، وخاصة من موانى النرويج

وانجلترا والولايات المتحدة ؛ مما كان له اثر كبير فى تقدم الملاحة واكتشاف معلومات جديدة عن البحار الجنوبية .

بعثة تشالنجر أو « المتحدية » (١٨٧٢ — ١٨٧٦ م)

ونظراً لأهمية بعثة تشالنجر وأثرها الخالد فى تاريخ الكشوف الإقيانوغرافية فقد اصطلح بعض العلماء على اعتبار دراسة البحار والمحيطات لم تبدأ بصفة منظمة إلا منذ هذا التاريخ . وقد بدأ التفكير فى هذه البعثة حين طلب نفر من أعضاء الجمعية العلمية البريطانية إلى حكومتهم تخصيص سفينة من سفن الأميرالية الإنجليزية للقيام ببعثة كشف إقيانوغرافية طويلة المدى . وسرعان ما تم تجهيز السفينة بالحبال والونشات والجرافات وأجهزة جمع عينات الماء وعينات رواسب القاع ، وكذلك بعدد كافٍ من العلماء ، وأبحرت من ميناء بورتسموث فى ٢١ ديسمبر عام ١٨٧٢ في رحلة استغرقت ثلاث سنوات ونصف قطعت خلالها ٦٩,٠٠٠ ميل بحرى ، ووصلت فيها حتى القارة المتجمدة الجنوبية . وعادت هذه البعثة فى ٢٤ مايو سنة ١٨٧٦ وعليها محصول وافر من المعلومات الجديدة والعينات البحرية من مختلف الأعماق . وكان أقصى عمق سجلته البعثة

المذكورة للقاع هو ٤٤٧٥ قامة وذلك فى خانق على القاع بجوار جزر ماريانا فى المحيط الهادى . كما رسمت البعثة كثيرا من خطوط الأعماق المتساوية للمحيطات .

ومن أشهر النتائج التى حصلت عليها توصلها عن طريق قياس درجات الحرارة فى الأعماق المختلفة إلى إثبات أن درجة الحرارة على الأعماق التى تزيد على ٢٠٠٠ متر ثابتة تقريباً وهى درجة منخفضة فى حدود ٢°م ولا تتأثر بالموقع الجغرافى .

كما كان لبعثة تشالنجر الفضل فى اكتشاف كثير من تضاريس القاع العميق وذلك مثل السلسلة الفقرية أو الحاجز الفقرى الذى يفصل المحيط الأطلسى إلى حوضين عظيمين أحدهما شرقى والآخر غربى ويمتد هذا الحاجز الجبلي من إيسلندا شمالا إلى جزر بوفيه على خط عرض ٥٥° جنوبا تقريبا . ويؤيد وجود هذا الحاجز الفقرى فى وسط المحيط الأطلسى نظرية الجيولوجى الألماني فجنر Wegener المعروفة بنظرية زحزحة القارات Continental drift .

ومن وجهة نظر الملاحة استطاعت البعثة أن تكتشف جزرا جديدة في المحيطات ، حددت مواقعها بدقة على الخرائط ، كما درست الحاجز المرجانى العظيم فى شمال استراليا .

ولقد جمعت البعثة نحو ١٢٫٠٠٠ عينة من رواسب القاع قام السير جون مرى Murray بدراستها ، فرسم خريطة توضح توزيعها على قيعان البحار والمحيطات المختلفة كما قام بعمل تقسيم لأنواع الرواسب البحرية تبعاً لحجمها وخواصها الطبيعية والكيميائية . ولقدا كتشفت البعثة أيضا عددا كبيرا من الحيوانات البحرية التى تعيش فى الأغوار البعيدة .

وقبل أن تقوم بعثة تشالنجر برحلتها كان الاعتقاد سائداً وقتئذ بوجود قارة مغمورة فى المحيط الأطلسى تعرف باسم « إتلانتيس » واستطاعت البعثة أن تدحض هذا الرأى عن طريق مسح المنطقة على نطاق واسع .

كما استطاعت البعثة أيضاً أن تدحض خرافة أخرى وهى القائلة بوجود الكائنات الحية الأولي التى على شكل الأميبا، والتي كانت تعتبر بانها أصل المادة الحية ، على قاع البحر في الأغوار البعيدة . وأثبتت البعثة إن مثل هذه المادة لا وجود لها فى الأغوار .

ويمكن القول بصفة عامة أن المعلومات الجديدة التى تمخضت عنها بعثة تشالنجر كانت حافزا قويا لدفع البحث العلمي فى علوم البحار والمحيطات بخطي واسعة جديدة إلى الأمام .

من نهاية القرن التاسع عشر إلى اليوم :

في نهاية القرن الماضى وأوائل هذا القرن قامت عدة بعثات علمية للكشف الإقيانوغرافى أهمها رحلات السفينة النرويجية فرام Fram لاستكشاف المناطق القطبية الشمالية والجنوبية وعدة بعثات ألمانية ودانمركية قصيرة إلى البحر الأبيض والبحر الأحمر ثم بعثة سيبوجا الهولندية إلى جزر الهند الشرقية ثم بعثة « متيور » الألمانية (١٩٢٧ — ١٩٢٩) لدراسة المحيط الأطلسى وبعثة سنيليوس الهولندية أيضاً (١٩٢٩ — ١٩٣٠) لنفس منطقة أرخبيل الملايو وجزر الهند الشرقية وبعثة السفينة المصرية « مباحث » (١٩٣٣ — ١٩٣٤) إلى المحيط الهندى .

ولقد كان لأمير موناكو الأسبق — البرنس البرت — الفضل فى إعداد رحلات للكشف الإقيانوسى على ظهر يخوته التى أعدها لهذا الغرض فى أواخر القرن الماضى فأوائل هذا القرن : قام بها فى المحيط الأطلسي من شماله إلى جنوبه كما درس أيضا طبيعة التيارات البحرية عند مضيق جبل طارق .

وعقب الحرب العالمية الثانية نشطت الدول الإسكندنافية

فى تجهيز بعثات كشف لأعماق البحار واستخدام أجهزة جديدة لاستخراج العينات وقياس سمك الطبقات . وأولى هذه البعثات بعثة السفينة الباتروس Albatross (١٩٤٧ — ١٩٤٨) لجمع عينات الطبقات العميقة من الرواسب بجهاز كولنبرج المعروف بريمة الأعماق. وأعقبتها بعثة جالاتيا Galathea (١٩٥٠—١٩٥١) الدانمركية للبحث عن الحياة فى الأغوار البعيدة للمحيطات وكذلك لتقدير الإنتاج الأولى للمادة العضوية بالبحر .

وفى أمريكا قامت بعثات « ڤيما » و « أتلانتيس » للكشف عن رواسب البحر الكاريبي والمحيط الأطلسى منذ عام ١٩٥٢ حتي الآن . وفى عام ١٩٥٨ قامت السفينة ڤيما بدراسات على تركيب قاع البحر الأحمر ، وأعقبتها سفينة البحث الروسية « أكاديميا بافيلوف » لدراسة المنطقة الشرقية للبحر الأبيض عامى ١٩٥٩،١٩٦٠ كما سجلت سفينتا البحث «ڤيتياس»و«اوب» للعلماء السوڤيت مؤخراً انتصارات علمية كبيرة فى أغلب المحيطات .

ولقد كان لعلوم البحار والمحيطات نصيب ملحوظ فى برنامج الدراسات العلمية التي أجريت خلال السنة الجغرافية الدولية المتقدم ذكرها المعروفة أيضاً بسنة طبيعيات الأرض(يونيه١٩٥٧—ديسمبر ١٩٥٨) ذلك البرنامج الذى أسهمت فيه ٦٦ دولة من دول العالم

واشتمل فى جملته على القيام ببحوث علمية فى العلوم الأساسية المتعلقة بالكرة الأرضية والغلاف الجوى المحيط بها والتي أثبتت أهمية تعاون العلماء من جميع الأجناس وتضافرهم مع بعضهم فى خدمة العلم والإنسانية وحفظ التراث الإنسانى وتقريب وجهات للنظر بين الدول .

ولقد أعطيت أهمية خاصة في هذا البرنامج لدراسة القارة المتجمدة الجنوبية المعروفة باسم «انتاركتيكا» . ولعل من النتائج الهامة التي حصل العلماء عليها من دراساتهم فى علوم البحار والمحيطات خلال السنة المذكورة ما يلي :

(ا) سجلت أدنى درجات الحرارة على وجه الأرض وهى درجة ١٢٤ فهرنهيت (تحت الصفر) فى منطقة تبعد بنحو ٤٠٠ ميل عن القطب الجنوبى وليست عند القطب نفسه .

(ب) وجد أن القارة المتجمدة الجنوبية ليست قارة بالمعنى المفهوم ، وإنما هى سلسلة من الجزر والجبال بعضها مغمور تحت سطح البحر وبعضها قائم فوقه . وتغطى هذه التضاريس طبقة من الجليد سمكها نحو ميلين ونصف ميل في المتوسط .

(حـ) اكتشفت ثلاثة تيارات تحتية هامة تسير فى اتجاه مضاد للتيارات السطحية ، واحد منها يقع تحت تيار الخليج فى المحيط

الأطلنطى ، والثانى فى شمال المحيط الهادى والثالث فى جنوبه .

(ى) اكتشفت ثروات معدنية على قاع البحر منها مناجم للمنجنيز والكوبلت والنيكل، كما اكتشفت سلاسل جبال جديدة على القاع فى عرض المحيط الهادي وفى المحيط المتجمد الشمالي .

* * *

ولا يفوتنا في معرض الحديث عن بعثات الكشف الاقيانوسية المشهورة فى تاريخ العلوم أن منها ما كان متصلا بمصر ، فمنها خرجت السفينة العلمية المصرية مباحث (١٩٣٣ — ١٩٣٤) بضباطها وبحريتها المصريين وعلى ظهرها بعثة مشتركة من العلماء المصريين والبريطانيين وعلي رأسهم الأستاذين الدكتور عبدالفتاح محمد والدكتور حسين فوزى وأمير البحر المرحوم أحمد بدر الذى رسم خرائط مفصلة لقطاعات فى قاع البحر الأحمر . كما جابت السفينة المذكورة أرجاء المحيط الهندي تفحص مياهه وأحياءه وتياراته من السطح إلى أعماق تنيّف على أربعة آلاف متر ، كما كشفت البعثة المذكورة عن عقد من خام المنجنيز على قاع البحر ، ولقد تضمنت تقارير البعثة المصرية المذكورة أعمالا علمية باهرة لهؤلاء الرواد المصريين نشرت وتداولت فى الخارج .

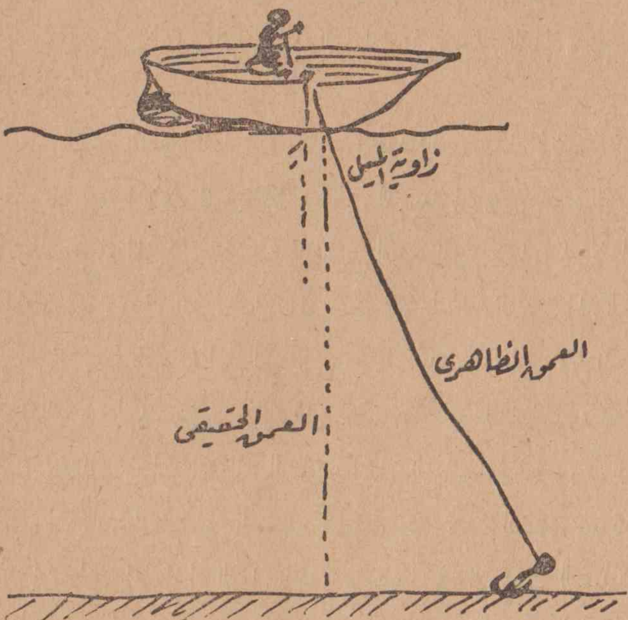
وسائل الكشف عن قاع البحر

(١) سبر الأعماق :

كان الاعتقاد القديم أن قاع البحر وبخاصة فى الأغوار البعيدة ليس له قرار ، بل وليس فى إمكان إنسان أن يتصور بعد هذا القاع ! ووقع في هذا الخطا أيضاً الملاح الشهير « ماجلان » الذى تقدم ذكره . وصاحب ذلك اعتقاد آخر خاطيء وهو أن كثافة الماء تزداد باستمرار بزيادة العمق ، حتى إن حطام السفن الغرقى وقطع الحديد والأحجار الثقيلة التى تسقط فى البحر ، تظل معلقة عند عمق معين تبقى عليه دائما أبدا ، وهو العمق الذي تكون فيه كثافة المواد المذكورة مساوية لكثافة الماء !

إلا أن من أيسر الأمور دحض هذين الزعمين معا بتجربة بسيطة تتلخص فى أننا إذا ربطنا قطعة من الرصاص فى طرف حبل طويل وأدلينا بها إلى القاع ، فإنها ستصل ولا محالة إلى هذا القاع ، مهما كان بعده عن سطح البحر . ويتوقف وصول هذا الثقل بطبيعة الحال علي طول الحبل نفسه الذى نستخدمه فى القياس ، فلو أننا أردنا أن نسبر غور قاع البحر

على عمق عشرة كيلومترات مثلا ، فإننا قد نحتاج إلى حبل طوله مثل ذلك ، بل أطول قليلا فى الواقع ، لأن الحبل لا يسقط رأسيا فى الماء إذ تدفعه التيارات فينحرف مائلا بزاوية معينة ويعطينا ما يسمى بالعمق الظاهرى . ولو عرفنا زاوية الميل المذكورة لأمكننا بحساب بسيط أن نقف على العمق الحقيقى للقاع (شكل ٢) .



(شكل ٢) سبر غور البحر بطريقة أولية

وظلت هذه الطريقة هى الطريقة الوحيدة المثلي لسبر الأعماق قرونا طويلة ، وإن كان العلماء قد استعاضوا عن حبال الكتان بسلك من الحديد لا يشغل حيزا كبيرا من الفراغ . وحتي بعثة الكشف الإقيانوسى المعروفة ببعثة تشالنجر التى سبق الحديث عنها لم تَجِد طريقة أفضل من ذلك فى سبر غور المحيطات بين عامى ١٨٧٢ ، ١٨٧٦ وجمعت بواسطتها آلاف القراءات لأعماق تنيف على ألفين من القامات فى بحار العالم ومحيطاته المختلفة .

ولكى يتصور القاريء مقدار الجهد الذى يبذل فى سبر غور قدره أربعة آلاف قامة مثلا ، يكفي أن يعلم أن مثل هذه العملية تتطلب بقاء المركب ساكنة فى نفس البقعة ليوم كامل على الأقل ، إذ يستغرق إنزال الحبل المربوط فى طرفه الثقل إلى القاع ثم إخراجه ثانية لقياس العمق نهارا بأكمله . فانظركم من الوقت والمال والجهد ينفق فى مثل هذه العماية البسيطة ، فضلا عن احتمال خطر انقطاع السلك أثناء القياس وضرورة تهيئة « ونش » ضخم على السفينة ليلتف مثل هذا السلك حوله ، ثم إن لحظة اصطدام الثقل بالقاع وخاصة فى الأعماق البعيدة ، لا يمكن تحديدها على وجه الدقة . ولكن لا يزال الصيادون

فى المياه الساحلية يستخدمون مثل هذه الآلة لسبر أغوار البحار فى المياه الضحلة وهى تعرف عند صيادى الإسكندرية باسم « الاسكنديل » (شكل ٣) وفى أغلب الأحيان يكون الثقل مثقوبا من أسفل حتى تلتصق به آثار من رواسب القاع يتعرف بها الصياد علي طبيعة القاع الذي تعيش عليه الأسماك .



(شكل ٣) « الاسكنديل » ـ ثقل من الرصاص بطرفه حبل لقياس العمق

وفى أعقاب الحرب العالميـة الأولى توصل عالم فرنسى شاب يدعى مارتى إلى اكتشاف استخدام خاصية صدى الصوت

فى قياس أعماق البحر . ونحن نعلم أن الصوت ينتقل فى الهواء بسرعة قدرها ٣٤٠ متراً فى الثانية ، ونحن نسمع أيضاً صوت الرعد عقب رؤية البرق فى عواصف الشتاء ، بل ويمكننا تحديد مكان التفريغ الكهربائى الذي حدث في الجو وسبّب الرعد وذلك بقياس الزمن الذى انقضى بين رؤية البرق وسماع الرعد ، وهو الزمن الذى استغرقه الصوت لينتقل إلينا من مصدره فى الفضاء .

وإذا صرخ إنسان فى واد بين جبلين كما فى وديان منطقة البحر الأحمر مثلا او فى معبد من المعابد القديمة كمعبد الكرنك [١] فانه يسمع صدى صوته بعد فترة من الزمن تتوقف على بعد الجبل أو الجدار عن مصدر الصوت ، وفى هذه الحالة يكون الصوت قد قطع ضعف المسافة بين مصدره والجبل أو الجدار . كما قد يسمع المرء أحيانا صوتين متتاليين أو اكثر إذا كان هناك أكثر من جبل أو حاجز يصطدم به الصوت ، فتقفل موجات الصدي راجعة فى نفس الاتجاه .

---

(١) يستحسن ألا يفعل الطلبة ذلك في الأماكن الأثرية لأن ذبذبات الموجات الصوتية قد ينجم عنها اهتزاز الجدران وتصدعها .

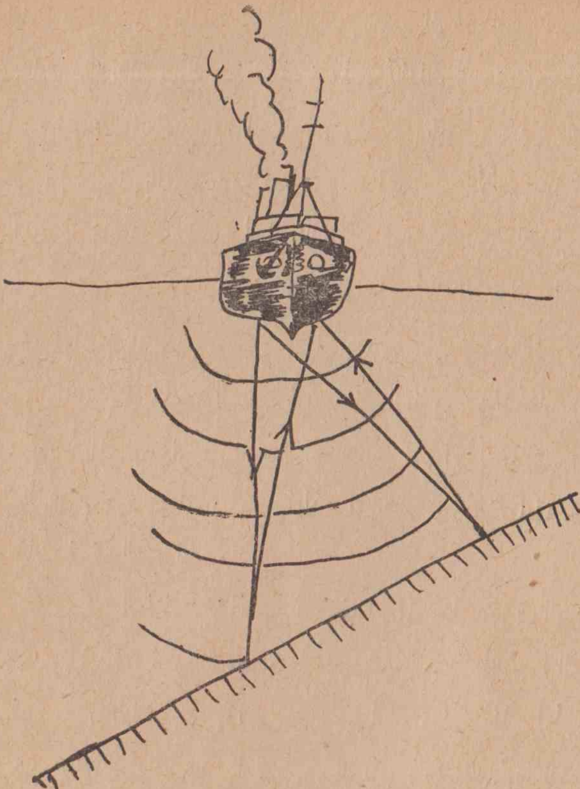
وكما ينتقل الصوت فى الهواء ، فإنه ينتقل أيضاً فى الماء ، ولكن بسرعة أكبر بكثير من سرعته فى الهواء . وتبلغ سرعة الصوت فى ماء البحر نحو ١٤٥٠ متراً فى الثانية فى الطبقات السطحية للماء وتزداد هذه السرعة قليلا بزيادة الملوحة أو بالعمق فتصل إلى نحو ١٦٥٠ متراً فى الثانية على عمق عشرة كيلو مترات وهى زيادة ضئيلة نسبياً على أى حال .

وعلى ذلك فإذا أحدثنا صوتاً على قاع المركب فى البحر فإن هذا الصوت تنتقل أمواجه فى جميع الاتجاهات فى الماء وحين تصطدم بالقاع تنعكس ثانية إلى السطح وبمعرفة الزمن الذى انقضى بين لحظة إحداث الصوت وسماع الصدى مرة اخرى ، يمكن بسهولة تقدير عمق القاع . وكلما طال هذا الزمن كلما بعد القاع عن السطح بطبيعة الحال . وكان مصدر الصوت المستخدم فى أول أمر هذه الطريقة هو الطرق بمطرقة على المركب أو إطلاق رصاصة أو تفجير قنبلة . بيد أن هذه الطريقة رغم تفوقها الظاهر على طريقة الثقل والحبل فى قياس الأعماق ، فلها هى الأخرى عيوب منها أن موجات الصوت الحادثة تكون غير موجَّهة ، ولذا فهى تنتشر فى جميع الاتجاهات ، ومن ثم تسجل

أكثر من عمق واحد وخاصة إذا كان القاع منحدراً (شكل ٤)، كما أن هناك صعوبات في تمييز الصدى بالآذان البشرية وكثيراً ما تختلط الأصداء حتى إذا استخدمنا مكبرات الصوت. وبالتالى يصعب على المرء تقدير العمق بدقة.

وبتقدم العلوم أستعيض عن موجات الصوت التى تستطيع الأذن البشرية أن تميزها والتى تتراوح ذبذباتها بين ١٦ — ٢٠٠٠٠ ذبذبة فى الثانية بموجات أخرى غير مسموعة، تسمي الموجات فوق الصوتية، وذبذبتها تزيد عن هذا المدى بكثير، وأغلب الأجهزة الحديثة التي صممت لهذا الغرض تستخدم موجات ذبذبتها نحو ٥٠٠٠٠ ذبذبة فى الثانية.

أما كيف توصل العلماء إلى إحداث هذه الموجات فوق الصوتية واستخدامها فى قياس الأعماق فقد تم ذلك من دراسة الخواص الطبيعية للمواد المختلفة. وقد وجد أن بلورات «الكوارتز» إذا عرضت لجهد أو ضغط عال فإن شحنات كهربائيـة تتكون على حافتها. وكذلك إذا وصلنا طرفى البلورة بقطبين لبطارية كهربائية، فإن البلورة نفسها تنكمش ثم تتمدد. وإذا وصلنا البلورة المذكورة أيضا بتيار متقطع عال الجهد، فإن البلورة تنكمش وتتمدد على التوالى فى حركات



(شكل ٤) انعكاس موجات الصوت على القاع المنحدر

سريعة متعاقبة بذبذبة تساوى ذبذبة التيار المتصل بها . هذه الذبذبة التى تحدثها البلورة تصدر موجات فوق صوتية تنتقل

في الماء . وبأجهزة خاصة دقيقة أمكن تقدير الوقت الذى تستغرقه الموجات فوق الصوتية منذ صدورها من البلورة حتى اصطدامها بالقاع وانعكاسها ثانية إلي السطح . وامكن بالتالى تقدير أعماق البحر فى سهولة بالغة وبدقة كبيرة . ولم يقتصر الأمر على ذلك بل أمكن أيضاً تصميم الجهاز الذى يسجل شكل القاع نفسه تسجيلا أتوماتيكيا (عن طريق تسجيل نقط الأعماق المتقاربة التى يتقبلها الجهاز على ورق حساس يدور على إسطوانة متصلة بمحور ساعة) أثناء سير السفينة فى عرض البحر . ولا تخلو سفينة من سفن أعالى البحار فى الوقت الحاضر ، سواء أ كانت حربية أم تجارية ، من جهاز تسجيل الأعماق المذكور بوساطة صدى الموجات فوق الصوتية .

كما تمكن العلماء أيضاء من استخدام الموجات فوق الصوتية المنبعثة من رقائق معدنية مصنوعة من سبيكة من الحديد والنيكل تتذبذب هى الأخرى إذا وصلت بتيار متقطع عالى الجهد ، ولكن عملها يعتمد على الخواص الكهرومغناطيسية للمعادن ولا سبيل إلى الإفاضة في شرحها فى هذا المجال .

وجدير بالذكر أيضاً أن الموجات الفوق صوتية المستخدمة في قياس الأعماق هى موجات موجهة ، وعلى ذلك فهى توجه

دائماً فى الاتجاه الرأسى إلى أسفل فتسجل طبيعة القاع بصورة أدق من الموجات الصوتية العادية التى تنبعث فى جميع الاتجاهات، ثم إن الإنسان لا يحتاج لسماع الموجات فوق الصوتية إلى التصنت بالأذن المجردة، بل يستخدم أجهزة الكترونية دقيقة فى استقبالها وفى حساب الوقت الذى تستغرقه فى رحلتها بين السطح والقاع.

وثمة أمر آخر جدير بالذكر أيضاً هو: أنه حوالي عام ١٩٣٥ تمكن النرويجيون من استخدام أجهزة سبر الأعماق بالموجات المذكورة فى اكتشاف أفواج الأسماك التى قد يتصادف مرورها بين السطح والقاع، وهى بذلك تعترض مسار الموجات. إذ وجدوا أن اجهزتهم سجلت خطين متتابعين فى وقت واحد أحدهما القاع الحقيقى والثانى مرده إلى أفواج كبيرة من أسماك الرنجة تصادف مرورها فى نفس الوقت، وعقب مرورها توقف رسم الخط الآخر الموازي لخط القاع. ومنذ ذلك الوقت شاع استعمال اجهزة الصدي فى الكشف عن أفواج الأسماك.

وفى يقينى أن هذا الكشف ليعتبر أعظم كشف أصاب تقدم المصايد البحرية على الإطلاق، إذ كان من شأنه توفير المجهود والوقت اللذين كان يبذلهما الصيادون فى رمى الشباك كيفما اتفق، لتصيب صيدا أو تخطئه.

وأذكر منــذ سنوات عديدة أن أسطولا للصيد فى خليج نيوفوندلاند بالقرب من كندا تمكن من استخراج ما زنته ٣٠٠٠ طن من الرنجة فى يوم واحد ، باستخدام أجهزة الصدي سالفة الذكر فى التعرف على أفواج الأسماك فى البحر .

ومنذ سنتين (١٩٥٨) تمكنت مراكب الأبحاث الروسية من الكشف عن أفواج للسردين أمام سواحل غانة ، يبلغ طول الفوج الواحد منها نحو مائة متر وارتفاعه نحو ٣٠ متراً . وأن أفواجاً للأسماك بمثل هذه الضخامة لتحتوى ولاريب على آلاف الأطنان من الأسماك ، وهو لعمري محصول من الصيد قد لا يتيسر للصيادين القدامي الحصول عليه فى موسم للصيد بأكمله .

ومنذ عام ١٩٥٠ تمكن العلماء من توجيه موجات الصدي فوق الصوتية للبحث عن الأسماك فى مستوى أفقى أو مائل فى البحر ، وذلك لتوسيع نطاق مدى البحث عن أفواج هذه الأسماك . وقد أمكن أخيرا الكشف عن الأسماك وهى على بعد نحو ١٠ ميل من المركب . كما أن إحدى مراكب الأبحاث النرويجية استطاعت أن تقتفي أثر فوج هائل من أفواج الرنجة لمسافات قدرها ٣٠٠ ميل . وفى إحدي هذه المرات تمكن الصيادون النرويجيون أيضاً من الحصول على محصول قدر ثمنه بما يقرب من ثلث مليون من الجنيهات .

ولما كانت الموجات فوق الصوتية بالدقة المتقدم ذكرها فقد أصبح فى الإمكان ايضاً استخدامها فى الكشف عن حطام السفن الغرقى الموجودة فى قاع البحر . وقد أمكن بواسطتها اكتشاف حطام الباخرة لوزيتانيا Lusitania الجبارة التى يبلغ ارتفاع هيكلها الثاوى على قاع البحر ٣٠متراعلى عمق نحو مائة متر ، تحت سطح البحر (شكل ٥) .

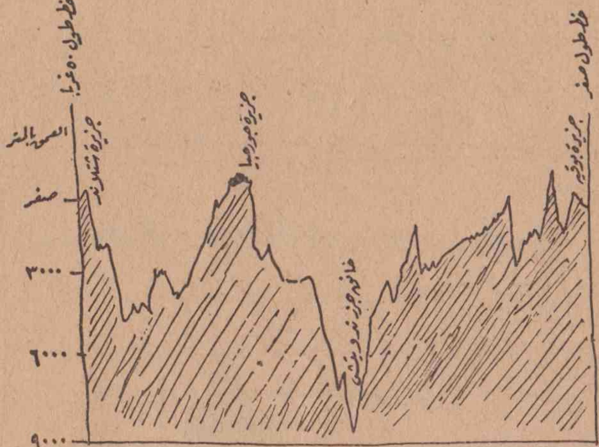


(شكل ٥) جهاز سبر الأعماق بطريق الصدى يكشف أيضاً عن حطام المراكب الغرقى على قاع البحر وعن أفواج الأسماك التى يتصادف مرورها بين السطح والقاع .

ليس هذا فحسب ، بل أمكن فى بعض الأحوال قياس سمك طبقة رقيقة من الرواسب الطينية المتراكمة فوق قاع صخرى ، وذلك بالنظر لأن الصدى يرتد من القاعين : أولا من

طبقة الطمى ثم من طبقة الصخر التى تحتها .

وعلى ذلك أمكننا الحصول على صورة دقيقة لتضاريس القاع (شكل ٦) فى المناطق العديدة من البحار والمحيطات .



(شكل ٦) يبين طبوغرافية القاع فى جنوب المحيط الأطلسى بين جزر شتلاندو جزيرة بوفيه مأخوذ عن تسجيلات لشكل القاع عملت بطريقة جهاز الصدى لسبر الأعماق .

ولكى يقف القارىء على مدى التقدم الذى أحرزته دراسة قاع البحر عن طريق اكتشاف هذه الطريقة فى تقدير العمق، يكفي أن يعلم أنه حتى عام١٨٩٥ ـ أى حتى إلى ما بعد بعثة تشالنجر ـ

لم يكن معروفا فى جميع بحار العالم ومحيطاته سوي ٧٠٠٠ قراءة لأعماق تزيد على ٢٠٠٠ متر . ولم يشتمل هذا العدد إلا على ٥٥٠ بقعة أو محطة كان عمقها يربو على ٥٥٠٠ متر . أما اليوم فقد أصبح ميسراً لدي العلماء ملايين القراءات لأعماق بعيدة فى جميع المحيطات . واضحت خرائط الأعماق المتساوية المعروفة بخرائط « كنتورات » الأعماق أكثر دقة ، فيما عدا بعض المناطق الجنوبية من المحيط الهادى والمحيط الأطلسى لاتساع الرقعة المائية هناك .

(ب) قياس سمك طبقات الرواسب على القاع :

وفى أعقاب الحرب العالمية الثانية تمكن خبير المفرقعات السويدي الدكتور « والودي ڤيبل » W. Weibul الذي كان يعمل بمصانع بوفورز Bofors السويدية للمدافع الثقيلة من ابتكار نوع من قنابل الأعماق يستطيع المرء أن يتحكم فى تفجيرها وهى على أعماق تتراوح بين ١٥٠٠ ، ٢٠,٠٠٠ قدم. وباستخدام جهاز قياس الذبذبات المعروف باسم «الأسيلوجراف» Oscillograph تمكن ڤيبل من استقبال الصدي المنبعث من سطح القاع مباشرة ، وكذلك الأصداء الأخري المنعكسة

من الطبقات الأخرى العميقة التى تحت القاع أيضا . وبمعرفة خواص الصخور وطبقات الرواسب ، ومن تحليل الأصداء المختلفة التي عثر عليها ، تمكن فيبل من قياس سمك بعض الطبقات المترسبة على قاع المحيطات أثناء بعثة سفينة الكشف الإقيانوسى السويدية ألباتروس Albatross عام ١٩٤٨ . وهذه الطريقة تشبه إلى حد كبير الطرق السيزمولوجية المستخدمة فى علم الطبيعة الأرضية للبحث عن البترول . وفى إحدى المحطات التى أجرتها البعثة السويدية فى منتصف المحيط الأطلنطى بين ماديرا والحاجز الجبلي الفقرى فى وسط الأطلنطى ، تمكن فيبل من الكشف عن ثلاث طبقات من الرواسب المختلفة بعضها فوق بعض على قاع المحيط : العليا منها سمكها ٥١٥٠ قدما ، والثانية تحتها وسمكها ٧٣٥٠ قدما والثالثة وهى أعمق الجميع سمكها نحو ١١٫٦٠٠ قدم ، وأغلب الظن أن تلك الطبقة الأخيرة هي طبقة الصخر الأصلية التي تكون القشرة الصلبة للأرض ، ثم غطتها رواسب الطبقتين الأخيرين فيما بعد . كما تمكن فيبل أيضا من حساب الوقت الذى تراكمت فيه طبقة من الرواسب الدقيقة المعروفة « بالطمى الأحمر » فى وسط الأطلنطى سمكها نحو ٢٢ ألف قدم ، وذلك على فرض أن كل ثلث بوصة من هذه

الرواسب يترسب فى فترة مقدارها ألف سنة[1]، فوجد من هذا الحساب أن عمر هذه الطبقة السميكة من الطمي الأحمر التى ترسبت علي قاع المحيط لا يقل عن ٥٠٠ مليون سنة ! ويلقى ذلك بصيصا آخر من الضوء علي عمر الأرض نفسها وعلى الفترة التي بدأت الحياة فيها تدب علي سطحها .

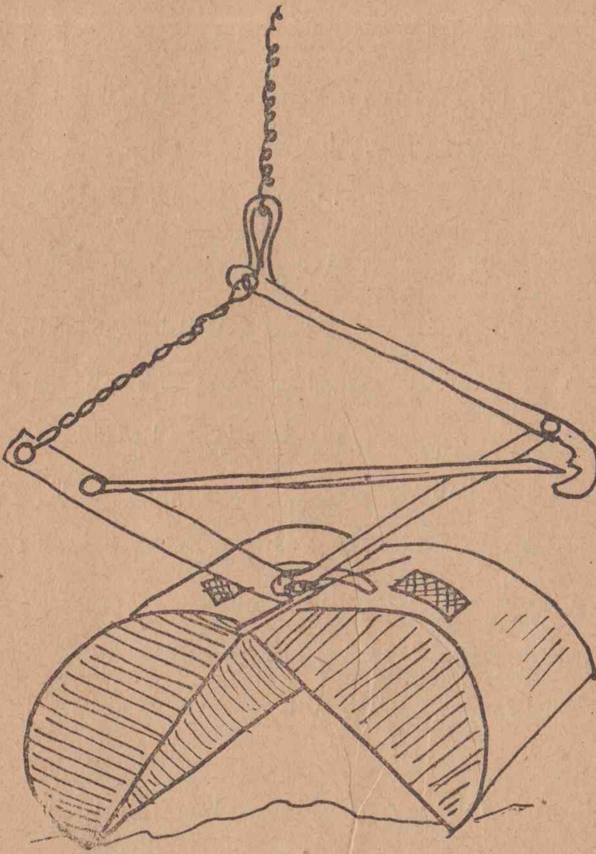
(ح) استخراج العينات من القاع :

ولئن كان العلماء قد توصلوا إلى سبر أغوار المحيط ورسم تضاريس قاعه فإنهم ولا ريب لتواقون إلى استخراج عينات من هــذا القاع لدراستها وتحليلها فى معاملهم . ولم يكن هذا بالأمر العسير عليهم ، بل إنهم فى الواقع كانوا قد ابتكروا أجهزة بسيطة لتحقيق هذا الأمر قبل أن تكتشف طريقة سبر الغور بالصدى بوقت طويل . وتسمى مثل هذه الأجهزة التي تستخرج بها عينات من رواسب القاع السطحية بالكباشات نظراً لأنها « تكبش » ما قد يتصادف وجوده أمامها عند ملامستها للقاع .

والكباشة فى أبسط صورها (شكل ٧) عبارة عن مصراعين

---

(١) يقدر العلماء الروس سرعة ترسيب المليمتر الواحد من مثل هذه الرواسب بألف سنة .



(شكل ٧) « كباشة » بترسون

على شكل نصفى اسطوانة من الحديد مثبتين بمفصل من أعلى ، ولها حافتان حادتان ويتصل كل نصف من الأسطوانة بذراع ، ويتوسط الذراعين رافعة بسيطة وظيفتها أن تبقى الكباشة مفتوحة أثناء إرسالها إلى قاع البحر . وحالما ترتطم الكباشة بالقاع يزول أثر الرافعة فيسقط نصفا الأسطوانة بثقلهما ويقفلان الكباشة . وفى هذه اللحظة تكون الكباشة قد جرفت عينة من الرواسب التى سقطت فوقها . ثم ترفع الكباشة بالحبال وتظل مقفلة في هذه الفترة حتى تصل إلى سطح السفينة . وثمة أنواع معقدة من الكباشات لا داعى لذكرها هنا ، بيد انه يجب التنويه بأن مثل هذه الكباشات تحتوى على نافذة من السلك الدقيق تسمح للماء المختلط بالرواسب بالخروج من خلالها ، وإلا فإن الضغط داخلها لا يسمح بإقفال مصراعيها .

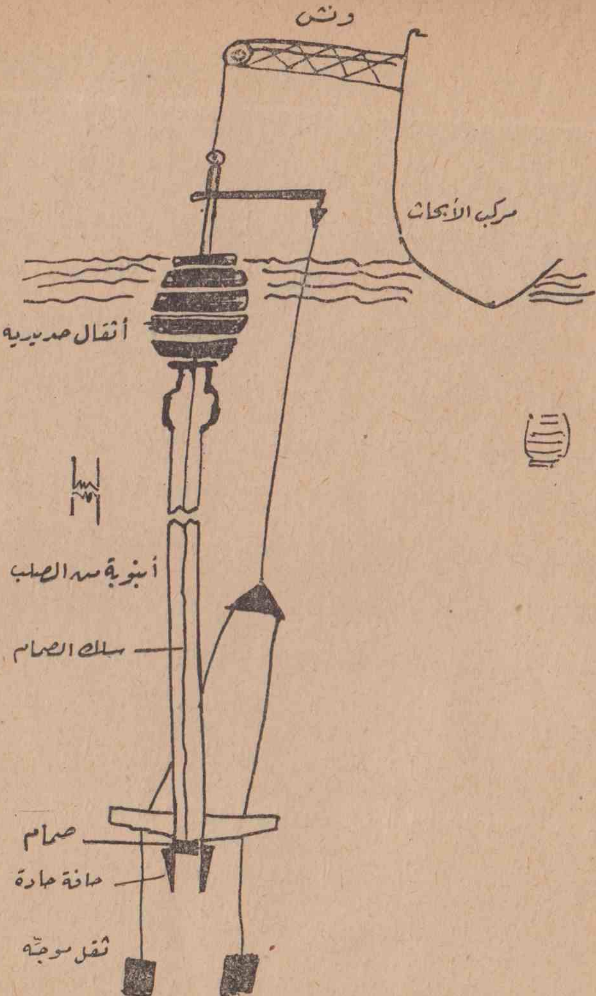
وجدير بالذكر أن هذه الكباشات لا تعمل فى الغالب إلا فى الرواسب اللينة : كالطمى والرمال وما إليها ، وهذه تجلب معها جانباً مما قد يتصادف وجوده من الأحياء الدقيقة كالديدان والأصداف التي تعيش فى هذه البيئة اللينة من القاع .

ولم يكتف العلماء باستخراج عينات الرواسب السطحية من الأعماق ، بل دفعهم فضولهم إلى أن يحصلوا على قطاعات

طويلة من الطبقات العميقة للرواسب التى تحت القاع ! وهنا يختلف الأمر ويصبح تصميم الأجهزة أكثر تعقيداً ، فلابد من توفر عوامل خاصة لتحقيق الغرض المطلوب . وأول هذه العوامل تحقيق القوة التي تقوم بدفع الجهاز فى رواسب القاع ، ثم التأكد من أن عمود الرواسب الذى سنحصل عليه سيخرج سليما .

وبعد عدة محاولات مضنية جربت خلالها أنابيب من الصلب مفرغة من الهواء ترسل إلى القاع العميق فتغوص فيه أو تدفعها قوة تفجير ديناميتى — توصل العالم السويدى الدكتور كلنبرج فى معهد جوتنبرج الإقيانوسى إلى تصميم الجهاز المعروف « بريمة الأعماق » (شكل ٨) .

وتتركب بريمة الأعماق المذكورة من أنبوبة طويلة من الصلب ، يتراوح طولها بين نيف وثلاثين أو أربعين مترا ويمكن التحكم فى هذا الطول عن طريق توصيل قطع من الأنابيب بعضها ببعض . وحافة الأنبوبة التى ستغوص فى القاع مدببة قاطعة وفى داخل هذه الأنبوبة صمام مربوط بسلك ، ويثبت الصمام على الحافة القاطعة فى وضع الاستعداد ، ويتصل السلك بالحبل الذى يدلى به الجهاز إلي البحر (شكل ٨) .



(شكل ٨) بريمة الأعماق لكلنبرج

وفى أعلى الأنبوبة ثقل كبير يزن عدة مئات من الكيلوجرامات ، ويتوقف وزنه أيضاً على العمق التي ستؤخذ الرواسب عنده . وبأسفل الجهاز جناحان يثبت إلى كل منهما ثقل جانبى ، وظيفته توجيه الأنبوبة فى اتجاه رأسى أثناء إرسالها إلى القاع . وعند اصطدام فوهة الأنبوبة القاطعة بالقاع تغوص فيه ، ويرتفع الصمام بداخلها إلى اعلى ، ومن خلفه عمود من الرواسب يتوقف طوله على العمق الذى غاصت فيه الأنبوبة تحت سطح القاع . وبهذه الطريقة تمكن كولنبرج من اختبار جهازه فى خليج جولمار بالسويد عام ١٩٤٢ وحصل على عمود من الرواسب طوله ٦٥ قدما . وعندما خرجت بعثة ألباتروس السويدية للكشف عن أعماق البحار عام ١٩٤٨ ، كان هدفها الأساسى دراسة قاع المحيطات بهذا الجهاز واستخراج عينات من الرواسب بلغ طولها ٢٥ متراً . وقد ألقت دراسة هذه العينات أيضاً الضوء على عمر الأرض وأصل ونشأة المحيطات وعلى المناخ القديم الذى تعاقب على كوكبنا الذى نعيش فيه . ولقد تمكن العلماء الروس أخيراً من استخراج عينات من رواسب البحر الأسود بلغ طولها ثلاثين مترا وهو أقصي طول لعمود من رواسب القاع حصل العلماء عليه حتى الآن . ومن عجيب أمر تلك العينات التي

استخرجت من رواسب البحر الأسود العميقة ، انها أثبتت بما لا يدع مجالا للشك أن هذا البحر نفسه كان منذ خمسة آلاف سنة فقط — أى فى عصر بناء الأهرام — بحيرة كبيرة من الماء العذب بدليل وجود رواسب لأحياء الماء العذب على قاعه ترسبت فى تلك الفترة . وإن هذا لمن الأدلة المذهلة على مدى ما تلقيه دراسة رواسب القاع من ضوء علي التاريخ القديم للبحار والمحيطات .

وأما عن أحياء البحر التي تعيش على القاع او تلك التي تعيش فوقه مباشرة فيمكن استخراجها بواسطة جرافات تقطرها السفن والمراكب خلفها أو بواسطة مصايد خاصة يستخدم فيها الطعم أحياناً لإغراء مثل هذه الحيوانات . وأحياناً تزود هذه المصايد بأضواء كهربائية تغرى حيوان القاع بالدخول فيها .

(ى) التصوير الفوتغرافى والتلفزيون على قاع البحر :

ولقد استخدم التصوير الفوتوغرافى أيضاً فى الكشف عن قاع البحر وحيواناته وخاصة فى الأماكن التي يتعذر إرسال أجهزة العينات — التى تقدم الكلام عنها — إليها ، وذلك منذ نحو ٢٠ سنة فقط . ولئن كان استخدام التصوير الجوى بالطائرة لدراسة شكل الساحل وتعاريجه من الأمور التى شاع استعمالها

أخيراً فى معظم الدول المتقدمة ، وكونت لها إدارات خاصة تعرف بأقسام « المساحة الجوية » ، إلا أنه خلال الحرب العالمية الثانية استخدم التصوير الجوى أيضاً فى الكشف عن المناطق التى يكثر فيها نمو الطحالب على القاع الضحل او القريب من الساحل ، لاستغلالها فى الصناعة . وفى هذه الحالة تستخدم الأشعة تحت الحمراء بدل الضوء العادى لبيان قاع البحر نفسه وما عليه من أحياء . وقد مسحت بهذه الطريقة أجزاء كبيرة من سواحل اسكتلندة لهذا الغرض خلال الحرب الأخيرة المذكورة(١).

وأما استعمال الكاميرا او آلة التصوير تحت الماء فقد ادى خدمات جليلة للبحث العلمى تحت سطح الماء وعلى قاع البحر العميق على الأخص . ونذكر على سبيل المثال تلك الأفلام التى اخذت لدراسة سلوك الأسماك وتجمعاتها ، وتلك الأفلام التى اخذت للجرافة الساحلية أثناء تأدية وظيفتها تحت الماء والجرافة الساحلية من أهم أدوات الصيد البحرية فى المياه المصرية وغيرها ، إذ يستخرج بواسطتها أكبر جزء من المحصول السنوى للأسماك البحرية الساحلية . وكان من نتيجة هذه الدراسة أن

(١) تستخدم أيضاً طائرات الهليكوبتر بنجاح للكشف عن أفواج الأسماك على عمق ٥٠ مترا تحت السطح بالرؤية المجردة .

أدخلت تحسينات على الجرافة المذكورة تزيد من كفاءتها للصيد .

وأما فى الأغوار السحيقة فقد استخدمت الكاميرا بنجاح أيضاً فى تصوير الأحياء الغريبة التى تعيش فى هذه الأغوار ، على أعماق تزيد على الألف متر(١) . وقد استطاع بعض العلماء أن يصفوا أنواع جديدة للعلم من نجوم البحر وغيرها من مجرد صورها الفوتوغرافية بآلة تصوير الأعماق ، كما درست بواسطة الكاميرا العميقة أيضاً الآثار الجيولوجية التى تحدثها الأحياء فى شكل القاع نفسه ، وكذلك الآثار التى تحدثها التيارات البحرية العميقة التى قد تحمل الرواسب من سفوح الجبال المغمورة .

ورغم أن آلة التصوير تحت المــاء تعتبر وسيلة فعالة من وسائل البحث العلمى إلا أنها هى الأخري محدودة القدرة . فمن ذلك أن البعد البؤرى للعدسة محدود ، وبالتالى فمجال التصوير محدود هو الآخر . كما أن مشكلة الإضاءة فى الأغوار السحيقة مشكلة لا يستهان بها . فعند هذه الأغوار تتلاشى الإشعاعات التى تخترق ماء البحر من ضوء الشمس ويتطلب الأمر استخدام الضوء الصناعى . بيد أن لمبات الضوء الخاطف

(١) تمكن العلماء الروس من تصوير الأحياء التى تعيش على القاع على عمق نحو ٩٠٠٠ متر في المحيط الهندى .

« الفلاش » تتهشم على هذه الأعماق تحت الضغط الشديد . ولذا يجب حماية الكاميرا والمصابيح داخل حافظة معدنية متينة جدرانها من زجاج سميك يقاوم الضغط ويستحسن أيضاً أن تضم الحافظة « بطارية » كمصدر للضوء ، ومثل هذه الكاميرا قد تزن بمعداتها أكثر من ٣٠٠٠ رطل ويتكلف صنعها آلاف الجنيهات . بيد أنه إذا أحسن استخدامها وحمايتها فإن نتائجها قد تكون بالغة الأثر . ويمكن تصميم جهاز للتصوير الفوتوغرافى بسيط التكلفة لاستعماله فى الأعماق القريبة دون حاجة إلى الضوء الصناعى ، وقد تمكن المؤلف من تصوير الشعاب المرجانية على قاع البحر الأحمر بمثل هذا الجهاز . وبمثل هذه الصور يمكننا تتبع سرعة نمو هذه الشعاب على مدى السنين الطويلة .

وأما عن التلفزيون المائى فقد أجريت تجارب عليه منذ عام ١٩٤٧ فقط . بيد ان مثل هذا التلفزيون لم يجد تشجيعاً من الشركات القائمة على صنعه ، حيث لم تر مثل هذه الشركات فائدة مادية كبيرة تعود عليها من ذلك العمل . ولهذا السبب ظل أمره قاصرا على التجارب التى يجريها العلماء بإمكانياتهم المحدودة أو بالمعونات التى يتلقونها من مراكز البحوث . وقد تحمست

الأميرالية الإنجليزية بعض الشيء فى استخدام التلفزيون المائى بعد حادث مؤلم غرقت فيه إحدى قطعها ، وهى الغواصة « افراى » عام ١٩٥١ . ولم تُجْدِ أجهزة الصدى فى التعرف على الغواصة المذكورة ، حيث أنها غرقت فى مكان به حطام سفن اخري،وجدّت الأميرالية فى البحث عنها مستخدمة جهازا من أجهزة التلفزيون تحت الماء تمكنت بواسطته من التعرف على الغواصة المنكودة .

والتلفزيون المائى فى حد ذاته لا يشكل معضلة ، فامره لايعدو أن يكون آلة تصوير تلفزيونية عادية محفوظةداخل حافظة زجاجية متينة تقيها من تسرب الماء إليها ، ومن الضغط الشديد عليها من الخارج . كما أن الأسلاك التى تدلى تحت الماء يجب عزلها عزلا تاماً هى الأخرى . وهذه العمليات فى حد ذاتها هى التى تتطلب نفقات كبيرة .

ومن الأسباب الأخرى التى جعلت استخدام التلفزيون تحت الماء محدود الاستعمال أن مجال التصوير ضيق بالنسبة لذلك العالم الفسيح الممتد ، عالم تحت الماء . وليس ثمة هدف معين يمكن توجيه العدسات إليه فى ذلك العالم المترامى . بيد أن التلفزيون المائى يمتاز ولا شك عن آلة التصوير الفوتوغرافى تحت الماء ،

نظرا لأن الأول يسجل لنا باستمرار ما يمر أمام عدسته من احياء وأسماك ، كما أنه فى حالة التلفزيون أيضاً يمكن التحكم فى دقة التصوير ، وضبط البعد بين المنظر والعدسة من على سطح المركب بمجرد رؤية الجسم المراد تصويره على الشاشة ، الأمر الذى لا يتوفر فى آلة التصوير الفوتوغرافى تحت الماء ، حيث يكون التقاط الصور مرهونا بالحدس والتخمين .

(هـ) الغوص والرؤية بالنظر المجرد :

ونعود فنقول إن الإنسان لم يكتف بهذه الأجهزة والأدوات للكشف عن قاع البحر وعز عليه ألا يرى بعينيه ماظل فى طى الكتمان سراً خالداً من أسرار الوجود ، فدفعه حب الاستطلاع إلى النزول بنفسه إلى قاع البحر ، ليرى « بانوراما » الطبيعة فى حلتها القشيبة ، فغاص إلى أعماق محدودة ليرى الأسماك فى بيئتها الطبيعية ، ويستخرج من القاع الأصداف واللؤلؤ والمرجان . ثم استعان بعد ذلك بأجهزة الهواء المضغوط المتصل بخرطوم على سطح الماء ليغوص إلى أعماق أبعد من ذلك ، قد تصل إلي مائة متر أو أكثر ليستخرج من أحياء القاع ما لم يعثر عليه فى البيئات الضحلة ، واستغل هذه الطريقة خاصة فى صيد الإسفنج (شكل ٩) تلك الثروة البحرية الغالية التى يقوم



(شكل ٩) غواص الإسفنج (بريشة المؤلف)

البحر نفسه برعايتها وتسميدها . وجدير بالذكر أن أجود أنواع الإسفنج في العالم تنمو على سواحلنا الغربية بين خليج العجمى ومرسي مطروح وتجود هذه المنطقة بثروة يقدر ثمنها بربع مليون من الجنيهات سنوياً ، بيد أنها وللأسف لم تستغل على الوجه الأكمل فى السنوات الأخيرة .

ثم وجد الإنسان نفسه مقيد الحركة تحت الماء إذا ارتدى حلة الغوص ، ولبس فى رجلية احذية من الرصاص ، وارتبط بخرطوم الهواء الذي يصله بسطح السفينة أو القارب ، فاخترع جهاز الغوص المعروف « بالرئة المائية » ليصير حر الحركة تحت الماء لا يربطه بالسطح أى عائق وغاص بهذه الرئة إلى أعماق تزيد على المائة متر واستطاع أن يدرس طبيعة القاع وما عليه من احياء ويكشف الستر عن أسرار هذا العالم الغامض المثير ، عالم ماتحت الماء .

وقد استخدم الكاتب هذه الطريقة فى أبحاث علمية على قاع البحر ، لم يكن يتيسر إجراؤها بطريقة أخري ، كما استخدمت هذه الطريقة أيضاً فى الكشف عن الآثار المغمورة تحت الماء وعن حطام المراكب التى غرقت منذ أكثر من ألف سنة او نحو ذلك ومن ذلك تلك الآثار الرومانية التى وجدت أمام

سواحل المهدية بالساحل الأفريقى الشمالى، وتلك المركب التى كانت تحمل جرار النبيذ من بلاد الإغريق إلى فرنسا وغرقت فى القرن الأول قبل الميلاد ولبثت فى مثواها هذا أمام ميناء مرسيليا ماينوف على الف عام ، إلى ان تيسر لبعض الغواصين الفرنسيين أمر الكشف عنها بمحض الصدفة .

ومن أنواع الغوص بالأجهزة تحت المـاء جهاز التنفس المعروف « بالدائرة المقفلة » وسمى كذلك لأن هواء الزفير الذى يلفظه الغواص تحت المـاء لا يخرج إلى السطح وإنما يمر فى قربة من الكاوتشوك علي مواد كيماوية لتنقيته ، واستخلاص ثانى أكسيد الكربون منه . ومن ثم فلا تخرج من الغواص فقاقيع الهواء على السطح حتى لا ينكشف أمره .

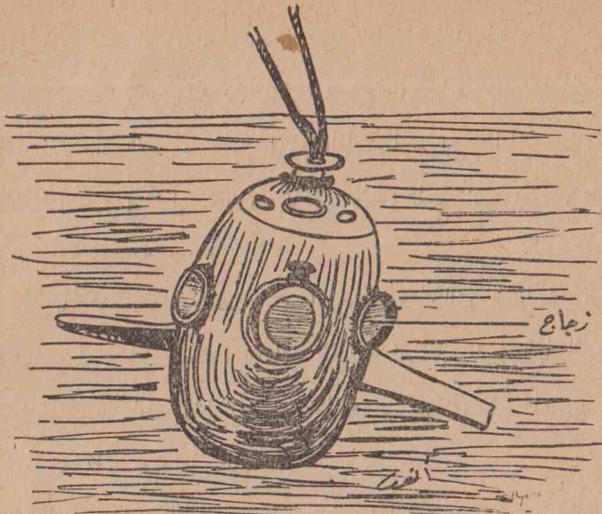
واستخدمت هذه الطريقة فى فرق الغوص المعروفة باسم « الضفادع البشرية » بنجاح فى الحرب العالمية الأخيرة لتدمير مواقع العدو البحرية ونسف سفنه وبث الألغام علي الشواطئ أو إقامة الستائر المعدنيه أمام الموانى لحمايتها . وتملك الجمهورية العربية المتحدة فرقة حديثة مدربة من هذه الفرق تضاهى مثيلاتها فى الدول الكبرى . بيد ان جهاز الغوص بالدائرة المقفلة محدود الطاقة فلا يمكن الغوص به لأعماق تزيد على عشرة أمتار بحال .

(و) كرة الأعماق :

وفى عام ١٩٣٠ صمم عالمان امريكيان احدهما مهندس يدعى بارتون O . Barton والآخر عالم فى الأحياء البحرية يدعي الدكتور بيبي W . Beebe كرة معدنية تتحمل ضغوطا عالية ، بها نافذة من البللور السميك محكمة القفل ، ليهبطا بها إلي قاع البحر على أغوار بعيدة وليدرسا طبيعة الأحياء الموجودة هناك .

والكرة المذكورة مصنوعة من قطعة واحدة من الصلب قطرها نحو متر ونصف متر وتزن نحو ٢٢٥٠ كيلو جراماً وسمك جدارها ثلاثة سنتيمترات . ولها باب من الصلب يزن وحده ١٨٠ كيلو جراما . وهى مزودة من الداخل باسطوانات الهواء اللازمة للتنفس ، وبها مواد تمتص الرطوبة ، ولها مقعدان يجلس فيهما العالمان قبالة بعضهما ليشاهدا من خلال نافذة البلور أغوار البحر من حول الكرة . ونظراً لقلة الضوء تحت سطح الماء فقد زودت الكرة المذكورة بالكشافات الكهربائية لتنير جوف البحر من حولها .

وهذه الكرة مشدودة بامراس وحبال متينة إلى سطح سفينة ، حتى إذا ما هيئت للاستعمال ، أدليت فى البحر إلى العمق المطلوب بتلك الحبال (شكل ١٠) .



(شكل ١٠) «كرة الأعماق» تدلى بحبال متينة إلى قاع البحر من سطح المركب وبداخلها العلماء

وكانت لحظة مثيرة ولا شك تلك المرة الأولي التى دخل فيها العالمـان هذه الـكرة بعد صنعها ، وأحكم قفل بابها من خلفهما ، ثم أدليت إلى أعماق البحر ! وقد ورد فى تقرير العالم بيبى وهو يصف شعوره فى تلك المغامرة الأولي (قوله : إنه كان « ينتظر الموت في كل لحظة ») . ونجحت التجربة ، وهبط العالمـان عام ١٩٣٤ بالـكرة المذكورة التى أطلق عليها اسم « الباتيسفير » Bathysphere أو كرة الأعماق إلى عمق ٩٠٨ امتار بالقرب

من جزيرة برمودا . ويصف بيبي ما رآه من حوله فى ظلمات البحر بقوله « عند ما كنا نغوص بالكرة كانت الحيوانات الفوسفورية تلمع وتختفى أمام ناظرينا ببريق خاطف سريع ، فكأنما نحن فى ليل حالك ، لا قمر فيه ، تلمع نجومه ، وتتهاوى فى سمائه الشهب . . . .

ويذكرنا ذلك بقول بشار بن برد ذلك الشاعر العربى الضرير فى وصف صورة مماثلة تخيلها لمعركة تلمع فيها السيوف فوق رؤوس الفرسان بسرعة خاطفة ويكتنف جو المعركة غبار كثيف كأنه جحافل الليل :

كأن مثار النقع فوق رؤوسنا
وأسيافنا ليل تهاوى كواكبه

هذا وقد ضمن العالم بيبي مذكراته عن رحلاته المثيرة داخل هذه الكرة فى كتاب اسماه « نصف ميل تحت سطح البحر » .

وجدير بالذكر أن الكرة المذكورة تعرضت للخطر اكثر من مرة ، وفى إحدى هذه المرات اشتبك السلك الحديدى الذى يربط الكرة بالمركب بصخور بارزة تحت الماء يوجد من تحتها ما يشبه الكهف العميق ، ولولا لطف الله لحدث لركاب تلك الكرة ما لا تحمد عقباه .

(ز) غواصة الأعماق :

وعقب الحرب العالمية الثانية صمم العالمـان بيكار Piccard وكوزين Cosyns ، اللذان نالا شهرة من قبل بالصعود فى بالون إلى طبقات الجو العليا ـ صمما بالاتفاق مع البحرية الفرنسية كرة أخرى من نوع آخر ، مطلقة الحركة أثناء الغوص ، لا تربطها بالسفينة أسلاك أو حبال ، وسميت غواصة الأعماق أو « الباتيسكاف » Bathyscaphe .

وهذه الغواصة مصنوعة من صلب سميك ، سمك جدرانه ٩ سنتيمترات وهى كروية الشكل ، ولها قطر داخلى قدره متران ، ولها نافذتان من زجاج سميك يقاوم الكسر والضغط ، ومن حول هذه الغواصة عوامات عبارة عن أنابيب من الألومنيوم تحتوى على ٣٢٫٠٠٠ لتر من الوقود ، ولها محركان جانبيان .

وتهبط الغواصة بثقلها ويمكن التحكم فى حركتها أيضا ، وحين يراد الصعود بها إلى السطح تتخلص بجهاز خاص من بعض الأثقال المشدودة إليها من الخارج ، فيخف وزنها وتصعد . وقد جربت غواصة الأعماق هذه إلى عمق ٤٠٠٠ متر تحت سطح المـاء . ونزل بها العلماء فى البحر الأبيض ، وأمام شواطىء

البرتغال ، وفى أرجاء أخرى من المحيط الأطلسي ، إلى أعماق بلغت مؤخراً نحو خمسة كيلو مترات . وكتبوا فى تقاريرهم وصفا شيقا مثيراً لمثل هذه الرحلات بالإضافة إلى الحقائق العلمية التى أماطوا اللثام عنها . وقد وصفوا هم أنفسهم أيضا من غرائب أعماق البحر ما لا عين رأت ولا أذن سمعت ولا خطر على قلب بشر . . .

ولئن كان بعض المفكرين القدامي من أمثال الكاتب الفذ چول ڤرن قد تنبأوا بمثل هذه الاكتشافات منذ أكثر من مائة سنة وخاصة فى كتابه المسمى « عشرين ألف فرسخ تحت سطح البحر » ــ فقد تحققت هذه النبوءة فى القرن العشرين ، ولم تعد بعد اليوم ضرباً من الخيال .

تضاريس القاع

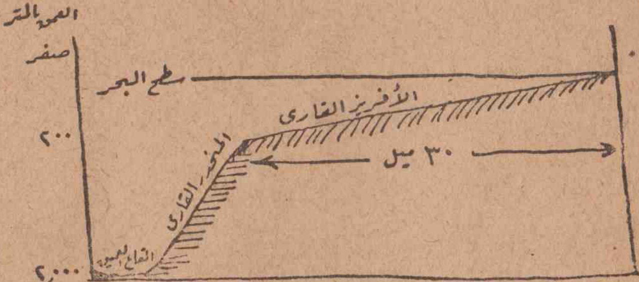
(١) الإفريز القارى والمنحدر القارى :

إننا إذا تتبعنا حافات القارات عند اتصالها بالبحار والمحيطات لوجدناها فى جملتها تنحدر انحداراً هيناً تحت سطح البحر مكونة مايسمى «بالإفريز القارى» Continental Shelf ويختلف عرض هذا الإفريز فى الأماكن المختلفة من العالم ، وإن كان هذا العرض ليمتد فى المتوسط نحو ٣٠ ميلا فى البحر ، وقد يضيق عرض الإفريز جداً عندما تنحدر الجبال الساحلية انحداراً شديداً نحو البحر ، كما فى حالة الفيوردات على سواحل النرويج أو فى حالة أعماق البحر المتاخمة لجبال الأنديز على سواحل أمريكا الجنوبية الغربية . وقد يتسع الإفريز اتساعا عظيما فيصل إلى أكثر من ٨٠٠ ميل داخل البحر ، إلا أن مثل هذا الاتساع لا يوجد إلا في المناطق القطبية ، حيث تنحدر سواحل سيبريا الشمالية انحدارا خفيفا هينا إلى قاع المحيط المتجمد الشمالى .

وقد اتفق معظم علماء البحار على تحديد نهاية الإفريز

القاري تحت سطح البحر عند عمق قدره ٢٠٠ متر (انظر الشكل) وإن كان لهذه القاعدة أيضا شواذ . وعند نهاية الإفريز القارى ينحدر قاع البحر مرة أخرى انحداراً شديداً إلى الأغوار السحيقة ويسمى مثل هذا الانحدار بالمنحدر القارى . ويصل هذا المنحدر إلى أعماق قد تزيد على ألفي متر حيث يبدأ بعدها قاع البحر المستوي (انظر شكل ١١) .

ويغطى سطح الإفريز القاري كساء من الرواسب المختلفة



(شكل ١١) تنحدر القارات نحو أغوار البحار والمحيطات مكونة الإفريز القارى والمنحدر القارى

أشهرها الحصى والجلاميد ، وقطع الصخر المتفتتة والرمال والطمى ، إلى جانب أصداف الحيوانات البحرية .

ويعتبر الإفريز القارى المنطقة الرئيسية لمصايد الأسماك فى جميع البحار ، حيث تتخذ معظم الأسماك البحرية مواطنا لها على سطحه ، أو فى المياه التي تعلو هذا السطح . ولقد كان هناك رأي فى تحديد المياه الإقليمية للدول بنهاية الإفريز القاري أمام سواحلها . وقد ثار حول هذا الرأى جدل كبير فى المؤتمرات التى عقدت لتحديد المياه الإقليمية ، وذلك بالنظر لأن بعض السواحل يضيق فيها هذا الإفريز ضيقا شديداً ، بينما يتسع اتساعا شديداً فى مناطق أخرى كما ذكرنا فى أول الكلام . كما أن بعض البحار الداخلية التي تحدها دول كثيرة من جميع الجهات ، يعتبر قاعها بأكمله جزءاً من الإفريز القارى . ومثال ذلك بحر الأدرياتيك الذى لإيطاليا سواحل على جانبه الغربى ، وليوغوسلافيا سواحل على جانبه الشرقى ، هذا البحر يعتبر قاعه الضحل نسبيا جزءاً من الإفريز القارى للبحر الأبيض المتوسط نفسه . ولهذا السبب تنشأ من آن لآخر منازعات بين هاتين الدولتين حول مناطق الصيد من جراء اقتحام مراكب كل دولة لمياه الدولة الأخرى .

أما كيف نشا الإفريز القارى وتكون فإن هناك نظريات كثيرة لذلك لا داعى للإفاضة فى شرحها . وقد وضعت هذه النظريات على أساس من الدراسة الطويلة للأفاريز القارية فى أرجاء متعددة من البحار والمحيطات ، واتضح من هذه الدراسة أن نظرية واحدة لا تكفي لشرح اصل ونشأة كل إفريز منها .

وإحدى هذه النظريات ترجع أصل تكوين الإفريز القارى لعاملي النحر والترسيب . ومعنى ذلك أن أمواج البحر عند اصطدامها بالشاطىء تسبب تآكله وتتكسر أجزاء منه فتحملها الأمواج وترسبها على القاع أمام هذه الشواطىء . كما أن قطع الحصى والحجارة المتكسرة باصطدامها مع بعضها تتكور ، وباصطدامها مع صخور الشاطىء نفسه تزيد من تآكله . ورويدا رويدا على مدى العصور الطويلة تتراكم هذه الرواسب الشاطئية ، وتسبب ارتفاعا فى قاع البحر مكونة هذا الإفريز الهين الانحدار . وجدير بالذكر أن أمواج البحر وتياراته الساحلية هى قوة جبارة لا يستهان بها ، وخطرها على بعض السواحل قد يصبح جسيما رهيبا . وقد يذكر أهل الاسكندرية أنه فى بعض أنواء الشتاء الشديدة ، قد يقذف البحر بكتل

كبيرة من الحجارة من جوفه إلى أعلى الساحل ، كما أن بعض كتل الأسمنت المسلح الكبيرة التى يبنى بها حاجز الأمواج ورصيف الميناء الشرقى بالاسكندرية ، ويبلغ وزن الواحدة منها عدة أطنان ، قد قذف بها البحر هى الأخرى إلى الشاطىء فى أحد فصول الشتاء . وتقدر ضربات الأمواج على الصخور الساحلية القائمة ، في الأحوال الشديدة ، بقوة تعادل ٦٠ طنا على المتر المربع .

وعلى ذكر عاملى النحر والترسيب ، فقد فطن أهل دمياط وبرج البرلس إلى أن سواحلهم تتآكل بفعل نحر البحر الذى يقتطع من مدنهم قدرا ولو أنه يبدو ضئيلا كل عام ، إلا أن اثره محسوس على توالي السنين . ويذكر المعمرون من أهل هذه السواحل أن الطوابى القديمة التى كانت بعيدة عن الساحل أصبحت اليوم على مقربة منه . وقد تقدم أعضاء الاتحاد القومى أخيرا إلى المجلس الأعلى للعلوم بمذكرة لبحث هذا الموضوع ، واتخاذ إجراء لحماية السواحل التي تتآكل وذلك مثل إقامة منشآت ساحلية تكسر من حدة التيار والأمواج ، وتحفظ الساحل من التآكل .

وعلي ذكر هذا الموضوع أيضاً توجد مكاتبات مصرية قديمة

يرجع عهدها إلى أكثر من مائة سنة حين أوفدت الحكومة فى عام ١٨٥٣ مهندسا يدعى « جاليس بك » لدراسة السواحل من الناحية العسكرية . وقد كتب المذكور فى تقريره إلى مدير ديوان البحر « خسرو بك » فى ذلك الوقت بأن المنطقة بين دمياط والبرلس لا تصلح لإقامة الطوابى ، وأن الجهات الصالحة هى أبى قير ومنطقة السد (١) .

وجدير بالذكر أيضاً أنه إذا أقيم سد صناعى مواز للساحل فإن الرمال تتراكم خلفه ويزداد الساحل نفسه فى الاتساع . وهذا ما حدث بالفعل بالنسبة إلى « اللسان » الذي أقيم فى بور سعيد لحماية مدخل القناة ، واقتضى الأمر مد هذا اللسان مرة بعد أخري . وفى كل مرة يزداد الترسيب خلفه . ويلاحظ في كثير من الأحوال أنه بينما ينحر البحر فى منطقة من المناطق ، فهو قد يرسب رمالا فى منطقة أخرى مجاورة .

وقد يكون الترسيب على الإفريز القاري أيضاً بفعل الأنهار العظيمة كنهر النيل والمسيسبى أمام مصاباتها . وفى هذه الحال تتكون الدلتا ، وهى سهل منبسط فسيح بطيء الانحدار نحو البحر ، وقد يمتد بداخله إلى عدة كيلومترات تحت سطح الماء .

(١) نظر كتاب تقويم النيل : مجلد ١ جزء ٣ ص ٥٢ .

وتحمل الأنهار معها ، وبخاصة فى وقت الفيضان ، كميات كبيرة من الطمي والغرين ، وتلقى بها فى البحر أمام مصابها ، فتزيد من سعة مثل هذه الدلتات . ولو تصورنا أن نهر النيل وحده يتسرب من مائه كل عام بين ٥٠ — ٦٠ مليار متر مكعب إلي البحر ، وكل متر مكعب من هذه الكمية يحمل ما زنته ١½ كيلوجراما من الطمي ، فإن تلك الكمية الهائلة من الطمى تساعد على نمو الدلتا وامتدادها . وقد دلت الأبحاث على أن دلتا النيل ودلتا المسيسى تمتدان حتي المنحدر القارى نفسه .

ولا يمكننا أن نغفل عاملا هاما له أثره فى تكوين الإفريز القارى ، وبخاصة فى السواحل الصخرية القديمة ، وذلك هو ارتفاع منسوب سطح البحر فى الزمن القديم بنحو مائة متر فوق منسوبه الحالى ، وكان من أثر ذلك تفتيت كميات كبيرة من الصخور الساحلية وافتراشها علي القاع مكونة الإفريز القارى .

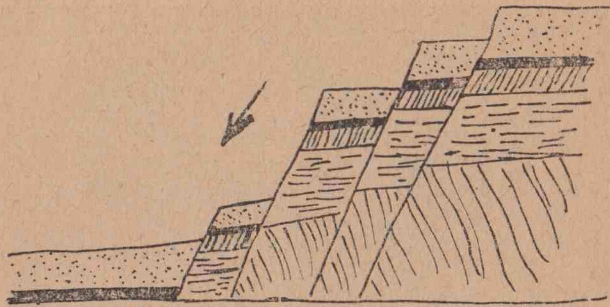
بيد أن سطح البحر لم يثبت على حال واحدة منذ الزمن القديم حتى الآن ، بل اعتورته ذبذبات عالية بين انخفاض وارتفاع وخاصة فى خلال العصر الجليدى . وهناك من الدلائل ما يشير إلي أنه منذ انتهاء الفترة الجليدية الأخيرة — أى منذ ٢٠٫٠٠٠ سنة ارتفع سطح البحر لأكثر من ثلاثين متراً .

ومما يؤيد ذلك وجود آثار لغابات أرضية على قاع بحر الشمال نفسه . وقد حسب علماء البحار اليوم أنه عندما يذوب الجليد الذى يغطى شبه جزيرة جرينلاند وحدها ، فإن مستوى سطح البحر فى العالم سيرتفع بنحو ثمانية أمتار . وعندما يذوب الجليد الذى يبلغ سمكه فى المتوسط نحو ميلين ونصف الميل والذى يكسو القارة المتجمدة الجنوبية ، فإنه يسبب ارتفاعا فى سطح البحر يبلغ نحو ٣٤ مترا ، أى يغطي مدنا ساحلية بأكملها فى حجم مدينة الاسكندرية فى جهات عديدة من العالم .

وقد يتكون الإفريز القارى أيضاً فى مناطق أخرى كنتيجة لتشقق الصخور المكونة للقشرة الأرضية تشققا عموديا عندحافة القارات ثم انهيار هذه الكتل الضخمة من الصخور إلى القاع انهيارا تدريجيا كما فى الشكل المرفق (شكل ١٢) .

(ب) الأخاديد البحرية :

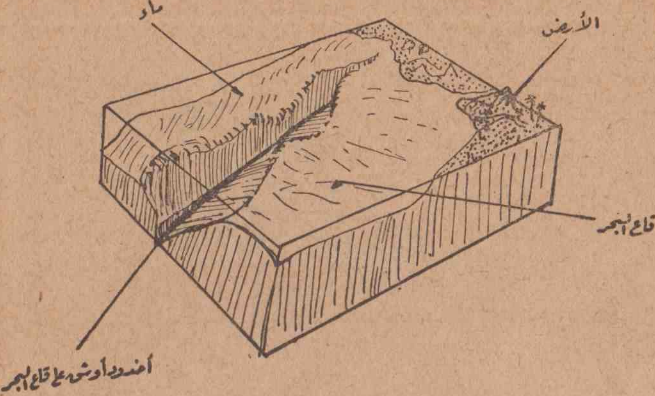
ومن الحقائق الفريدة عن الإفريز القارى انه تكتنفه فى كثير من الأحايين شقوق أو وديان عميقة (شكل ١٣) تعرف باسم الأخاديد البحرية Submarine Canyons ولم تكن معرفة هذه الأخاديد ميسرة قبل اكتشاف طريقة الصدى



(شكل ١٢) تشقق الصخور المكونة لقشرة الأرض
على حواف القارات وانهيارها نحو البحر
يكون الرصيف القارى فى بعض المناطق

فى سبر الأعماق التى أمكن بواسطتها مسح تضاريس الإفريز القارى مسحا دقيقاً .

وبعض هذه الأخاديد متعرج أو متفرع إلى شعب كثيرة ، والبعض الآخر مستقيم فى اتجاه شبه عمودى على الساحل ، وقد تمتد علي عرض الإفريز القارى إلى بعد نحو ٥٠ كيلو مترا عن الشاطيء ، ويصل عمقها إلى بضعة آلاف من الأمتار ،



(شكل ١٣) نموذج لأخدود عميق في الإفريز القارى

او قد تنتهى على مساحة محدودة من الشاطىء وقد لا تكون كبيرة العمق .

وتتضح طبيعة هذه الأخاديد عند مسح الإفريز القارى لسبر غور المياه فوقه بجهاز الصدى المتقدم الذكر ، فلو فرضنا أن قاع البحر ظل مستويا تقريباً على عمق نحو ٣٠ متراً مثلا ، وفجأة ازداد العمق ازديادا شديداً على مسافات قصيرة كلما بعدنا عن الشاطىء حتى وصل مئات الأمتار ، وأحيانا أخرى بضعة

آلاف من الأمتار ، فإن هناك احتمالا كبيرا فى أن سفينتنا تمر فوق أحد هذه الأخاديد الكثيرة الانتشار على الإفريز القارى .

وتحاكى بعض هذه الأخاديد شكل الوديان الجبلية الأرضية إلى حد كبير . وقد وضعت عدة نظريات لشرح هذه الظاهرة الغريبة . ومن هذه النظريات راى يقول بان تلك الأخاديد نشات كنتيجة لنحر القاع بفعل الينابيع الارتوازية التى تنبثق من ممرات مدفونة تحت قاع البحر . ولئن صح مثل هذا الفرض فى شرح نشاة الأخاديد التى تتكون من صخور رسوبية أو طينية ، فإنه لا يمكن بحال أن يكون السبب فى تكوين الأخاديد الجرانيتية التركيب أو تلك التى تتكون من صخور أخرى صلبة .

ويعتقد آخرون بان المياه الثقيلة المحملة بالرواسب والتي تسير فى تيارات تحتية ، هى السبب فى نحت هذه الوديان المغمورة . بينما فريق آخر من العلماء يظن أنها كانت أصلا وديان أنهار أرضية ثم غطاها الماء حين ارتفع مستوى سطح البحر . ومهما يكن من شىء فإن أيا من هذه الفروض لا يشرح وحده نشاة تلك الأخاديد المختلفة التكوين والتركيب ، كما أن دراسة طبقات الرواسب على قاع تلك الأخاديد لا تزال موضع

البحث . وقد نزل الغواصون مؤخراً لدراسة جدران بعض هذه الأخاديد ، وفحص الرواسب المتراكمة على قاعها وتصوير ذلك كله بآلة السينما تحت الماء .

وجدير بالذكر أن هناك بعضاً من هذه الأخاديد المغمورة على القاع أمام هضبة السلوم بالميـاه المصرية .

(حـ) التضاريس على القاع العميق :

الآن وقد بحثنا بصفة عامة مجملة تركيب الإفريز القارى وما عليه من أخاديد ، ورأينا كيف ينحدر الإفريز فى نهايته انحدارا سريعا إلى القاع العميق ، مكونا المنحدر القارى ، فلنذهب إلي هذا القاع العميق نفسه — إلى أغوار المحيطات لنرى ماذا نجد هناك .

إن هذا القاع العميق الذى يوجد علي أعماق تتراوح بين ٢٠٠٠ متر و ٦٠٠٠ متر ، علي الرغم من وجود مساحات واسعة منه تبدو مستوية ، وتكسوها طبقة من الرواسب الدقيقة التى سنتكلم عنها فيما بعد - إلا أن أجزاء كثيرة من هذا القاع العميق أيضاً تكتنفها مرتفعات أو منخفضات مختلفة الشكل

هي الأخرى . أما المنخفضات فمنها ما تنحدر جدرانه انحداراً خفيفا ، ومنها ما تنحدر جدرانه انحدارا عموديا تقريبا مكونة أحواضا عظيمة . وبعض هذه المنخفضات ضيق الاتساع يحاكى الخندق فى شكله العام ولذا يطلق عليها هذا الاسم . وبعضها الآخر ضيق وعميق جدا يمكننا أن نسميه الخور أو الخانق . وتوجد أعمق بقع فى المحيطات داخل هذه الخوانق ، وخاصة ما كان منها فى المحيط الهادى نفسه مثل خانق الفلبين الذى تقدم ذكره ، وخانق جزر ماريانا ويزيد عمق كل منهما على عشرة آلاف متر .

وأما عن التضاريس المرتفعة فوق سطح القاع فأشهرها ما يطلق عليه اسم الحاجز الفقرى Ridge وهي مرتفعات عالية ، ذات جوانب منحدرة انحدارا شديدا ، وأشهرها الحواجز الفقرية التى تقسم المحيطات إلي أحواض عظيمة منفصلة . ومنها على سبيل المثال الحاجز الفقرى للمحيط الأطلسى ، وهو سلسلة من الجبال الشاهقة ترتفع من القاع وتمتد بطول المحيط الأطلسى تقريبا من أيسلندا فى الشمال إلى جزر بوفية فى الجنوب عند خط عرض ٥٥ جنوب خط الاستواء . وهذا الحاجز يحاكي السلسلة الفقرية ويفصل المحيط الأطلسي إلى حوضين عظيمين أحدهما شرقى والآخر غربى ، وتصل أعماق هذين الحوضين على جانبى

الحاجز المذكور إلى أكثر من ٥٠٠٠ متر.

وإلى جانب الحواجز الفقرية المذكورة توجد مرتفعات أخرى ترتفع جوانبها من قاع المحيط ارتفاعا هينا ، وتكون ما يشبه الهضبة المستوية في قمتها . وثمة نوع آخر من المرتفعات يطلق عليه اسم السد التوافقى (Sill) أو « البرزخ » وهذه ترتفع من القاع ، وينتهى ارتفاعها فجأة بالقرب من سطح الماء تقريبا ، فتفصل بذلك بين حوضين كبيرين أو بين بحرين . وأشهر هذه المرتفعات ، السد الذى يفصل البحر الأبيض المتوسط عن المحيط الأطلسى عند مضيق جبل طارق ، والسد الذي يفصل البحر الأحمر عن المحيط الهندى عند مضيق باب المندب. ومن غريب أمر هذه السدود أو البرازخ المغمورة تحت الماء أن الخواص الطبيعية للمياه علي جانبيها تختلف اختلافا كبيرا : فهناك فرق في درجة الملوحة ، وفى درجة حرارة الماء على كل جانب . أو بمعنى آخر تحتفظ مياه كل بحر من البحرين المتجاورين بخواصها وبخاصة في الطبقات العميقة من الماء ، رغم وجود اتصال حر بين البحرين من أعلى السد . وفى ذلك مصداق للآية الكريمة « مرج البحرين يلتقيان ، بينهما برزخ لا يبغيان » .

ومن أعجب ما كشفت عنه البحوث الحديثة فى الأغوار العميقة للبحار وجود جبال كثيرة متجاورة فى أجزاء من المحيط الهادى بالقرب من جزر كارولين ، وتتميز قمم هذه الجبال بأنها مستوية جدا ، كما لو كانت قد نحتت بفعل فاعل . وقد ظن العلماء فى مبدأ الأمر أن هذه التسوية ربما تكون قد حدثت بفعل عوامل التعرية البحرية على القاع . ولما كانت تلك القمم نفسها علي أعماق تنيف على الألفى متر تحت الماء فإنه من المستبعد جدا وجود مثل هذه التعرية البحرية على الأعماق البعيدة كما ذكرنا فى أول الكتاب . غير أن الأبحاث الحديثة أثبتت أن مثل هذه القمم المستوية قد حدثت نتيجة لهبوط ذريع حدث علي قاع البحر فى الزمن القديم . وفى مناطق أخرى من المحيطات وجد عكس ذلك تماما ، أي ارتفاع فى قاع المحيط . ومثل هذا الهبوط والارتفاع يماثل تماما تلك الحوادث الالتوائية التى حدثت على الأرض اليابسة نفسها فى الأزمنة القديمة .

(ى) أثر الزلازل والبراكين على القاع :

وإلي جانب ما تقدم ذكره من تضاريس على قاع البحر العميق ، فلا يفوتنا أن نذكر تلك الجزر البركانية التى تنشا

كنتيجة لثورات البراكين على قاع البحر ، فتقذف بالحمم الذى يتراكم بعضه فوق بعض فيعلو قاع البحر مكونا تلك الجزر التى قد ترتفع أحيانا إلى مئات الأمتار فوق سطح البحر ، ومن ذلك تلك الجزر الكثيرة المتناثرة فى أرجاء عديدة من المحيط الهادى .

وقد تظهر جزر جديدة بفعل البراكين تحت سطح البحر وما تلبث أن تختفى ، وذلك مثل تلك الجزيرة التى ظهرت فجأة في البحر الأبيض المتوسط بين ساحل صقلية وشمال افريقيا في أواخر القرن الماضى . كما قد يكون للزلازل والبراكين التحتية آثار عنيفة مدمرة ، وذلك مثلما حدث لجزيرة كركاو من مجموعة جزر الهند الشرقية عام ١٨٨٣ حين ثار بركان كركاو المشهور ثورة عنيفة محدثا زئيرا وأصواتا مزعجة سمعها الناس على بعد آلاف الأميال ونجم عنها موجات مدّية عنيفة دمرت الحرث والنسل وهلك بسببها آلاف الناس من البشر حتى ظن الناس وقتئذ أن يوم القيامة قد أزف . وأخذ البركان المذكور يقذف بالدخان والحمم والمواد المنصهرة مدة طويلة ، وكونت أبخرته ورماده سحبا سوداء كثيفة حجبت قرص الشمس ، وظل الرماد البركانى يدور فى طبقات الجو العليا شهورا طويلة

حول الأرض وتساقط في عرض المحيطات ، ولا يزال العلماء يكشفون عن رواسب هذا الرماد في أرجاء كثيرة فى عرض البحار والمحيطات .

وجدير بالذكر أن بركان كركاو المذكور قد دمر الجزيرة التى كان عليها تدميرا شاملا فبعد أن كانت ترتفع فوق سطح البحر بنحو أربعمائة متر أصبحت أثراً بعد عين ولم يبق منها سوى بعض الشعاب ثاوية على القاع علي عمق ثلاثمائة متر تحت سطح البحر .

وأما عن الزلازل العنيفة التى تنشأ من آن لآخر علي قاع البحر فقد يتسبب عنها موجات مروعة تنتقل إلي آلاف الأميال ويرتفع منْ جرائها سطح الماء لعشرات الأمتار وتدمر السواحل التى تقع فى مسارها . ومن أمثلة ذلك تلك الموجات التى دمرت جزر هاواي فى ليلة أول ابريل سنة ١٩٤٦ وأغرقت مدنا ساحلية برمتها . ولهذا السبب يقيم العلماء في عرض المحيطات مراكب ثابتة للرصد لتنبه الناس إلى خطر هذه الأمواج قبل أن تصل إلى الشواطىء . وثمة مركزان رئيسيان من مراكز الزلازل العميقة أحدهما فى شمال المحيط الأطلسى وقد نشأ عن هذا المركز تدمير كبير لسواحل البرتغال فى القرن الماضى ،

وأما المركز الثانى فيقع فى شمال المحيط الهادي بالقرب من مجموعة جزر اليوشن الشهيرة وهو المركز الذى تعرضت لأمواجه سواحل جزر هاواى السابق ذكرها .

وجدير بالذكر أيضاً أن تلك الزلازل قد ينجم عنها انزلاق الرواسب التى تتكون على الانكسارات العديدة على المنحدر القارى نفسه فتنهار هذه الرواسب بكميات مهولة إلى قاع المحيط العميق .

البساط الذى يكسو قاع البحر

لقد سبقت الإشارة فيما تقدم من صفحات هذا الكتاب إلى أن قاع البحر وبخاصة في الأغوار البعيدة(١) تكسوه طبقة من الرواسب الدقيقة التى تراكمت عليه على مر الملايين من السنين بل منذ نشأت الحياة الأولى على هذا الكوكب فى البحار القديمة. ولا تزال هذه العملية — عملية الترسيب — مستمرة حتى يومنا هذا، وكان من شأنها أن اكتسي قاع البحار والمحيطات بحلة سميكة من هذه الرواسب مختلفة الألوان والأشكال.

كما ذكرنا فى معرض الكلام عن وسائل دراسة قاع البحر كيف تمكن العلماء من ابتكار وتصميم الأجهزة العلمية التى نحصل بها على عينات من هذه الرواسب، سواء أكانت من على سطح

---

(١) يكتسى قاع البحر فى الأغوار الضحلة وبخاصة فى الخلجان والمناطق الساحلية بأنواع أخرى من الرواسب أهمها الطمى والرّغد (السلت Silt) والرمال بأنواعها من خشنة وناعمة وقطع الحصى والأحجار الصغيرة وهذه سبق الإشارة إليها فى مناطق متفرقة. ويلاحظ فى البحار الدافئة نمو الشعاب والشطوط المرجانية التى تعوق الملاحة وبخاصة في البحر الأحمر وفى المحيط الهندى.

القاع أم من تحت هذا السطح نفسه ، وكيف تمكنوا أيضاً من القيام بمحاولات لتقدير سمك هذه الرواسب على أجزاء من قاع المحيط .

وتختلف مصادر هذه الرواسب العميقة اختلافا كبيرا ، فمنها ما يعزى منشؤه إلى أصل أرضى : كذرات التراب الدقيقة التى تذروها الرياح والعواصف من وسط القارات ، وتلقى بها إلى عرض المحيطات ، ومن بين هذه دقائق من الرمال الناعمة من وسط الصحراء الكبرى . ومنها ما يعزي أصله إلى الرماد البركانى الذى يندفع إلى طبقات الجو العليا بقوة القذيفة ، كنتيجة لثورات البراكين الأرضية ثم يرسب بعد ذلك على القاع . ولا يجب أن نغفل أيضاً ما تحمله الأنهار من دقائق الطمى والغرين كل عام ، وتلقى به على قاع المحيط وخاصة بالقرب من مصاب هذه الأنهار .

وبين هذه الرواسب أيضاً توجد مواد غريبة ، لا تمت بصلة إلى كوكبنا المعروف إطلاقا ، إنما مصدرها من الفضاء الخارجى للكون ، ومن ذلك التراب الكونى المنتشر بين الكواكب ، وقطع متناثرة من الشهب والنيازك المحترقة حال اصطدامها بالغلاف الجوى المحيط بالأرض .

ومن عجيب أمر هذه الرواسب العميقة أيضا وجود قطع من الجلاميد والأحجار وبقايا أرضية فى عرض المحيطات على القاع . ولقد حار العلماء فى التعرف على مصدرها طويلا ، ثم ثبت أنها تنتقل إلى تلك البقاع فى عرض المحيطات على بعد آلاف الأميال من الأرض ، محمولة على جبال الجليد الطافية التى تأتى من المناطق القطبية ، ولا تلبث أن تذوب عند اقترابها من العروض المدارية ، فتلقى ما علي سطحها من رواسب أرضية إلى قاع المحيط .

وتعتبر المواد سالفة الذكر من رمال وذرات ترابية وحجارة ورماد بركانى من المواد التى يطلق عليها اسم المواد « غير العضوية » .

بيد أن هناك أيضاً على قاع المحيط مواد أخرى من « أصل عضوي » هى عبارة عن هياكل ميكروسكوبية للأحياء الدقيقة التى تعيش هائمة فى الطبقات العليا للبحار والتى يطلق عليها اسم « البلانكتون »(١) ، وعند موت هذه الكائنات تتساقط هذه الهياكل كالمطر على القاع .

---

(١) يعتبر البلانكتون غذاء رئيسياً للأسماك ولكثير من حيوانات البحر اللافقرية ، ويستطيع البلانكتون النباتى عن طريق امتصاص الطاقة من ضوء الشمس أن يبنى المواد العضوية المعقدة وذلك بعملية التمثيل الكلوروفيلى ، ومن ثم فهو الحلقة الأساسية فى سلسلة الغذاء بالبحر كما تقدم القول .

ولما كانت جميع الطبقات العليا للبحار والمحيطات تعج بآلاف آلاف الملايين من هذه الكائنات ، التى تنقسم بسرعة وتتكاثر ، فلا عجب إذا شبهنا سقوط هياكلها إلى القاع العميق بالمطر المنهمر الذى لا ينقطع سيله ليل نهار على الدوام . وإن المتفحص لعينات هذه الرواسب العضوية تحت المجهر أو بالتحليل الكيماوي ليجدها تنتمي فى تركيب مادتها إلى « السليكا » (التى تشبه المادة المكونة لقطع الزلط والرمال) أو إلى المادة المكونة للطباشير والجير (كربونات الكالسيوم) . وتستخلص الأحياء التى تبنى هذه الهياكل تلك المواد أثناء حياتها من ماء البحر . وعند الموت تذوب المادة العضوية للكائن الحى وتتحلل ويبقى الهيكل نفسه . ويلاحظ أن الهياكل المكونة من مادة السليكا أبقى أثراً وأقوى على مقاومة عوامل البلى والذوبان ، بعكس الهياكل المكونة من كربونات الجير ، التى تؤثر عليها العوامل الكيماوية فى البحر وتغير من ملامحها في أغلب الأحوال . وبسبب تلك القدرة على مقاومة عوامل البلى فى البحر ، نجد أن الهياكل المكونة من السليكا تكون أكثر انتشارا وتوزيعاً فى الأعماق البعيدة ، التى تزيد على أربعة آلاف متر تحت سطح الماء ، وذلك بالنظر لأنها خلال تلك الرحلة الطويلة

التى تقطعها أثناء سقوطها من الطبقات العليا للمـاء حتي تصل إلى القاع قلما تتأثر أو تبلى . أما الهياكل المكونة من مواد كلسية (كربونات الـكالسيوم) فيذوب جزء كبير منها إذا زاد العمق عن أربعة آلاف متر ولذا فهي أكثر انتشارا على أعماق تتراوح بين الألف والأربعة آلاف متر ، وقلما توجد على أعمق من ذلك .

وتساهم طوائف مختلفة من الأحياء الدقيقة فى البحر فى بناء تلك الهياكل المتقدمة الذكر سواء أكانت من مادة السليكا أم من مادة كربونات الجير. أما الأحياءالتي تصنع هياكلهامن «السليكا» فأشهرها الدياتومات وهي أحياء وحيدة الخلية من أصل نباتى ، تكون الجانب الأكبر من البلانكتون النباتى المعروف باسم الفيتوبلانكتون Phytoplankton وهى تفضل بوجه عام المعيشة فى المياه الباردة ، وهي أكثر ماتكون انتشارا فى المياه المحيطة بالقارة القطبية الجنوبية ، حيث تحيل المنطقة المذكورة إلى مرعى خصيب ، تعيش عليه الحيتان ، وطائفة أخرى من الأسماك . وتغطي الرواسب الدياتومية ، التي يطلق عليها احيانا اسم الطمي الدياتومي أو « الأوز » الدياتومي ، مساحة قدرها نحو ١٢مليون ميل مربع من قاع البحار والمحيطات .

ومن الأحياء الدقيقة الأخرى التى تبنى لنفسها هيكلا من السليكا تلك الفصيلة من الحيوانات الأولية (البروتوزوا) التى تنتمى إلى البلانكتون الحيوانى وتعرف باسم «الراديولاريا» Radiolaria وفيها يكوّن الحيوان لنفسه هيكلا يحميه على هيئة عصى دقيقة أو أقراص من مادة السليكا.

أما الأحياء التى تبنى لنفسها هياكل من مادة جيرية وتساهم فى تكوين طبقات الرواسب، فأشهرها تلك الفصيلة من الحيوانات الأولية أيضاً التى تعيش فى المياه السطحية ويطلق عليها اسم المنخربات أو الفوارمينفرا Foraminifera وذلك بالنظر إلي أن الحيوان الواحد منها — وهو وحيد الخلية — يبنى لنفسه هيكلا دقيقا من حجرات من مادة الجير، مثقوبة الجدران ليخرج منها البروتوبلازم أو المادة الحية للحيوان نفسه اثناء حياته؛ وأشهر أنواع هذه الفصيلة النوع المعروف باسم الجلوبجرينا Globigerina، وهو نوع واسع الانتشار فى البحار الحارة كالبحر الأحمر.

وتفضل المنخربات بصفة عامة — وعلى النقيض من الدياتومات — المعيشة فى المياه الدافئة بوجه عام. وتغطي هذه الرواسب مساحة قدرها نحو ٥٠ مليون ميل مربع من قاع البحار والمحيطات.

وإذا ما علمنا أن الدياتومات بصفة عامة تفضل المعيشة فى المياه الباردة وأن المنخريات تفضل المعيشة فى المياه الدافئة ، فهنا قد توفر لنا دليل من الأدلة القاطعة على دراسة المناخ القديم الذي تعاقب على وجه الأرض .

فلو أننا استخرجنا من قاع المحيط قطاعات طولها نحو عشرين مترا من الرواسب المتراكمة ، ووجدنا فى هذه القطاعات - كما وجد العلماء بالفعل - طبقات منتظمة متعاقبة بعضها فوق بعض ، من الرواسب الدياتومية والرواسب الكلسية - لكان ذلك خير دليل على أن تلك المنطقة من البحر مرت بفترات برودة ودفء متعاقبة . وأنى يتأتي ذلك إذا لم يكن الجو المحيط بالبحر نفسه قد تعاقبت عليه مثل هذه المناخات ؟

ولو عرفنا السرعة التى تترسب بها هذه الهياكل فى الأعماق البعيدة لأمكننا من معرفة سمك الطبقات ، تحديد الوقت الذي ترسبت فيه ، على درجة كبيرة من الدقة ، وقد أجريت محاولات كثيرة ناجحة فى هذا السبيل .

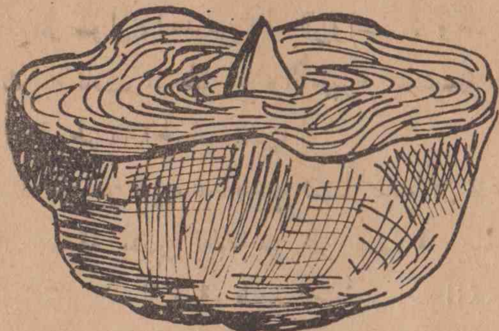
ولو ذهبنا إلي الأعماق البعيدة جداً التى تنوف على ستة آلاف متر تحت سطح البحر ، لوجدنا علي قاع المحيط نوعاً آخر من الطمى الدقيق ، يحاكى لونه لون « الشيكولاتة » يسمى بالطمى الأحمر أو « الأوز الأحمر » Red Clay .

وحبيبات هذا الطمى دقيقة جداً يبلغ قطرها نحو جزء من عشرة آلاف جزء من المليمتر ، ويغطى الطمى الأحمر مساحة من قاع المحيط لا تقل عن ٤٠ مليون ميل مربع .

ولقد حار العلماء زمناً طويلا فى أمر هذا الطمى الأحمر ومنشئه . فهو لا ينتمى للرواسب العضوية ، وإن كان تركيبه ليحتوي علي مواد مختلفة ، منها مواد من أصل بركاني ، ومواد معدنيـــة وتــكثر فيه مركبات الحـــديد والمنجنيز . . وأحياناً يوجد به أسنان سمك القرش وعظمة الأذن للحيتان . بيد أنه مما يسترعى النظر حقاً وجود عقد المنجنيز بكثرة فى هذا الطمى الأحمر . وهى عبارة عن تجمعات من ايدروكسيد الحديد وبيروكسيد المنجنيز مترسبة حول نواة صلبة قد تـكون إحدي أسنان سمك القرش أو قطعة من المواد البركانية ، وتنمو هذه العقد المنجنيزية ببطء شديد ، وتتراوح فى الحجم بين حبات المسبحة وقبضة اليد أو البرتقالة (شـكل ١٤)

وفيما يلى نسبة توزيع الرواسب المتقدم ذكرها على قيعان المحيطات الثلاثة الـكبيرة :

نوع الرواسب	المحيط الهندى	المحيط الهادي	المحيط الأطلسى
رواسب كلسية	٥٤٫٣٪	٣٦٫٢٪	٦٧٫٥٪
رواسب من السليكا	٢٠٫٤٪	١٤٫٧٪	٦٫٧٪
رواسب الطمى الأحمر	٢٥٫٣٪	٤٩٫١٪	٢٥٫٨٪
	١٠٠	١٠٠	١٠٠



(شكل ١٤) قطاع في إحدى عقد المنجنيز المترسبة حول سن من أسنان سمك القرش فى أعماق تنوف على ستة آلاف متر

وتشكل سرعة ترسيب هذه الرواسب على قاع المحيط مشكلة قائمة بذاتها ، وذلك لتداخل عوامل مختلفة يجب أخذها فى الحسبان ، منها مقدار انضغاط طبقة الرواسب ووقت الحصول عليها ، وتدخل أحياء القاع العميقة التى تحفر فيها وما إلى ذلك .

وقد سبق إن قلنا أن البعثة السويدية افترضت سرعة قدرها ٣ر٠ من البوصة لكل ألف من السنين لترسيب الطمي الأحمر في المحيط الأطلسى ، بينما افترض العلماء الروس سرعة قدرها مليمتر واحد لكل ألف من السنين .

أما بالنسبة لرواسب الجلوبجرينا الكلسية فتتراوح سرعة ترسبها بين ١٦٠ سنة فى شمال الأطلسى إلى ١٠١٣ سنة فى جنوبه لكل سنتيمتر طولى واحد من هذه الرواسب . وتختلف هذه التقديرات باختلاف المناطق ، والأجهزة المستعملة فى أخذ العينات ، وفي طريقة الحساب نفسها .

ومهما يكن من شيء فقد وضح مما تقدم أن قاع البحار والمحيطات العميقة يكتسى بطبقة من الرواسب قد يبلغ سمكها بضعة كيلومترات محمولة فوق طبقة الصخور الجرانيتية الأولى التي تكون القاع الأصلى القديم للمحيطات .

الحياة فى الأغوار البعيدة

تقدم وصف جانب من خصائص البيئة البحرية فى الأغوار السحيقة وقلنا إن هـــذه البيئة تتسم بظلام دامس لا أثر فيه لضوء الشمس إطلاقاً ولا لتعاقب الفصول ، كما أنها بيئة باردة ، قليلة الأكسجين اللازم للتنفس ، ثم إن الضغط السائد هناك يعادل مئات الضغوط الجوية على سطح البحر نفسه ، وعلى سبيل المثال فإن الكائن الذي يعيش على عمق ١٠٫٠٠٠ متر تحت سطح الماء يتعرض جسمه من الخارج لضغط قدره نحو ١٠٠٠ كيلو جرام على السنتيمتر المربع الواحد منه . إلا أن من عجائب الصنع أن مثل هذا الكائن لا يشعر إطلاقاً بهـذا الضغط حيث إن الضغط الداخلى لجسمه يتساوى مع الضغط الخارجى حوله . ولكن متى أتيح لمثل هذا الكائن أن يتواجد فجأة فى الطبقات العليا من الماء فسرعان ما يموت وقد ينفجر جسمه كلية .

وقديما ساد الاعتقـــاد بأن قاع البحر وخاصة فى الأغوار البعيدة قاحل لا أثر للحياة فيه . وهيمن هذا الاعتقاد على عقول الناس — ومن بينهم علماء أفاضل — حتى منتصف القرن

التاسع عشر تقريبا . ومن هؤلاء العلماء عالم الحيوان المشهور إدوارد فوربس E. Forbes الإنجليزى الذى قام بدراسات على أحياء القاع البحرية ببحر إيجه (اليونان) (١٨٤٠ — ١٨٤١ م) جعلته يعتقد أن الحيوانات البحرية تقل فى العدد كلما زاد العمق حتي إنه على عمق ٦٠٠ متر فقط تنعدم الحياة كلية ، وأطلق فوربس على هذا العمق اسم « منطقة اللاحياة » .

وبعد ذلك بفترة وجيزة فى عام ١٨٦٠ حدث أن قطع بطريق المصادفة حبل التلغراف الممتد على قاع البحر بين جزيرة سردينيا وأفريقيا ، وعند إخراجه لإصلاحه وجدت عليه أحياء بحرية عالقة به و نامية عليه على أعماق تبلغ نحو ١٢٠٠ قامة (٢١٦٠ مترا)، وظن الناس فى ذلك الوقت أن هذا هو أقصى عمق يستطيع كائن بحري حى أن يعيش عنده !

ثم جاءت بعثة تشالنجر الإقيانوسية (١٨٧٢ — ١٨٧٦ م) فاستخرجت من قاع البحر أنواعا من الأحياء من أعماق تزيد عشرة أضعاف على العمق الذى ظن « فوربس » أن الحياة تنعدم عليه .

وأخيراً جاءت بعثة « الباتروس » السويدية فاستخرجت فى عام ١٩٤٨ أحياء من أعماق تنوف على ٧٦٠٠ متر .

وما لبث أن اعقب ذلك بسنوات قليلة خروج بعثة الكشف الدانمركية المعروفة ببعثة « جالاتيا » إلى عرض البحار للبحث عن الحياة على أبعد من تلك الأعماق. وفي ١٥ يوليو سنة١٩٥١ ألقت السفينة المذكورة مراسيها شرق جزيرة « مندا ناو » فوق خور الفلبين العميق بالمحيط الهادى ، واستخرجت عينات من أحياء القاع تعيش على عمق ١٠٥٤٠ مترا . وذلك تحت ضغط يربو على ١٠٥٠ من الضغوط الجوية ودرجة حرارة لا تعلو عن الصفر المئوى إلا قليلا .

وقد أمكن لهذه البعثة الدانمركية أن تحقق من انواع الحيوان التى عثر عليها فى القاع العميق جداً - ماينتمى إلى خمسة وعشرين عائلة من عائلات المملكة الحيوانية ، بينها شقائق البحر ونجوم البحر وخيار البحر ، وأنواع أخرى من الحيوانات القشرية والصدفية والشوكية[1] ، بيد أنها جميعاً خرجت كلها ميتة ، لاختلاف الضغط بين السطح والقاع ، وكذلك لاختلاف درجة الحرارة بين السطح والقاع ، حيث كانت درجة حرارة الماء علي السطح أكثر من ٢٥ درجة مئوية ، بينما كانت على القاع الذى استخرجت منه الحيوانات المذكورة فى برودة الجليد .

---

(١) اكتشف العلماء الروس في الأعماق السحيقة فصيلة اخرى جديدة من فصائل المملكة الحيوانية هى فصيلة « البجونوفورات » .

ومما لا مراء فيه أن تواجد الأحياء على مثل هذه الأعماق ، لايعني بالمرة أنها مزدحمة كثيرة العدد هناك . بل الواقع أن سكان هذه الأعماق يتمتعون بفسحة المكان ورحبته ، وقد يفصل بين الكائن وزميله هناك مسافة قدرها مائة متر أو أكثر . كما أن النباتات الخضراء أو الملونة لا وجود لها على الإطلاق في تلك البيئة ، بالنظر لانعدام الضوء كلية . ويعد ذلك فى حد ذاته من العوامل الهامة التى كان لها أثر كبير فى الحد من أنواع الحياة الحيوانية على القاع ، لعدم كفاية ما تقتات عليه تلك الحيوانات من غذاء . وينتهى بها الأمر إلى افتراس بعضها البعض أو العيش علي الفتات من المواد العضوية التى تجود به عليها الطبقات العليا من الماء ، سواء أكان هذا الفتات بقايا سمكة ميتة أو مواد عضوية متحللة . وحتى هذا الفتات والبقايا قد لا يتهيأ لها أن تصل إطلاقا إلي القاع ، إذ كثيراً ماتتعرض لها أثناء رحلتها الطويلة إلى الأعماق ، الأسماك الجائعة فى الطريق ، فتنهشها أو تزدردها بالكلية .

وعلى ذكر الضوء وتلاشيه كلما هبط الإنسان إلي اعماق البحر يقول العالم وليم بيبي الذى ورد ذكر اسمه متصلا بكرة الأعماق التى صممها ليهبط بها إلى جوف البحر ، وكان وصفه هذا منصباً على ماشاهده من نافذة الكرة المذكورة أثناءهبوطها

بالقرب من جزيرة برمودا فى المحيط الأطلسي فى رائعة النهار ، إذ يقول :

« عند عمق نحو ١٨ متراً اختفى الضوء الأحمر ، وعلى عمق ١٠٠ متر كان الضوء الأصفر قد اختفى هو الآخر ، وعند عمق ٢٤٠ متراً تلاشي ذلك الجزء الأخضر والأزرق من ألوان الطيف وعند ما هبطنا إلى أبعد من ذلك لم نجد وصفاً لما حولنا أبلغ من القول بأنه لون أزرق غامق عميق ، ثم إنه بين عمق ٥٢٠ متراً إلى ٥٨٠ متراً كان ما يكتنفنا هو الظلام الدامس بعينه » .

أما العامل الآخر الذى يحد من كثافة حيوان القاع — إلى جانب انعدام النباتات وقلة التغذية والظلام الدامس ، فهو الضغط الشديد السائد على هذه الأعماق . ومن غريب أمر الأسماك التى تعيش على الأغوار السحيقة أن أجسامها لا تحتوى على مثانة هوائية كتلك الموجودة فى أسماك السطح . ولو فرض أن أسماك القاع لها مثل هذه المثانة الهوائية لكان ضغط الهواء بداخلها يعادل ضغط البارود داخل ماسورة بندقية من بنادق الميدان الحديثة عند انطلاقها . ومن شأن مثل هذه الأسماك أن تنفجر حال استخراجها من القاع ، بل وتتفتت بقاياها .

ونظرا لانعدام ضوء الشمس علي تلك الأعماق فإن أكثر

أسماك لا عيون لها او تتميز فقط بعيون أثرية . ومن أني لهذه الأسماك ـ والأمر كذلك ـ أن تتحسس طريقها فى هذا الظلام ؟. إن الطبيعة قد عوضتها عن ذلك بيراعات تحاكى البطاريات تشع ضوءا فسفوريا جميلا يتولد بطريقة كيماوية عن طريق أكسدة مادة تسمى اللوسيفرين Luciferine . وبعض تلك الأسماك تحمل عدة يراعات معاً مصفوفة في نظام جميل يختلف وضعه من نوع لآخر من الأسماك ، ويتعرف النوع الواحد من الأسماك علي قرنائه من بين الآخرين عن طريق هذه اليراعات ، وخاصة وقت الإخصاب الجنسى حيث يستطيع الذكر أن يتلمس طريقه إلي الأنثى من نوعه ليحفظ نوعه من الانقراض أو ليغرى فريسته بالاقتراب منه فينقض عليها كالصاعقة .

وما دامت حاسة الإبصار عند هذه الأسماك غير قوية فإن هناك اعتقادا بان بعض الحواس الأخرى كحاسة الشم أو اللمس أدق وأحد . كما أن مثل هذه الأسماك لهـا القدرة علي استقبال أدق الاضطرابات التى تحدث فى الماء ، ولذا نرى علي أجسامها زوائد طويلة مرسلة من الزعانف او الرأس تقوم مقام الهوائى أو « الانتنا » Antenna التى تستقبل بها موجات الراديو . (انظر الشكل) .

وعلى ذكر جمال الأضواء المنبعثة من تلك الأجهزة الضوئية العجيبة التي زودت بها الطبيعة أحياء القاع العميق ، لا نجد أحسن من الوصف الذى ذكره العالم ڤيرانى عندما لفظ البحر أحد حيوانات « السيبيا » من القاع العميق فوقع فى شباك الصيادين بالقرب من مدينة نيس فى شهر سبتمبر عام ١٨٣٤ ، فأخذ العالم ذلك الحيوان الغريب ، ووضعه فى حوض زجاجى به ماء بحر وظل الليل بأكمله يتامل جمال ألوانه ، وفى ذلك يقول فى تقريره : « لقد أخذتنى روعة تلك البقع المضيئة التى ظهرت على جلد الحيوان . فمرة كانت تشع ضوءا أزرق عميقا أعشاني النظر إليه ، ومرة أخرى تحول الشعاع إلى لون لازوردى أصفر ، ومرة أخرى اختلط هذان اللونان الفنيان بعضهما فى سحر عجيب ، وسرعان ما تنفجر البقع المتلألئة إلى ضوء فسفورى ، الأمر الذى جعلنى أفكر فى أن هذه الحيوانات الرخوية الزاهية من أروع ما دبجته يد الطبيعة » .

وعلى ذكر حيوانات السيبيا العجيبة أيضاً وهى تلك الحيوانات التى لهـا زوائد كزوائد الأخطبوط وتسير بقوة دفع الماء إلى الخلف كالطائرة النفاثة — ذكر الكاتب القديم چول ڤرن فى كتابه المسمي « عشرين ألف فرسخ تحت الماء »

انواعا عملاقة من هذه الحيوانات تعيش فى المياه العميقة ، وتستطيع أن تلتف زوائدها حول الرجل وتهوى به إلى الماء بسهولة . ورغم ما قد يكتنف هذا الوصف من خيال ، فإن هناك من الدلائل ما يشير إلى وجود مثل هذه الكائنات فى المياه العميقة . ومن ذلك أن أمير موناكو الأسبق « البرنس البرت » الذى كان مغرما بالقيام ببعثات اقيانوسية فى أواخر القرن الماضى وأوائل هذا القرن علي ظهر يخوته ، اصطاد فى إحدى المرات عام ١٨٩٥ حوتا ضخما بالقرب من جزر الآزور ، وجدت فى احشائه زوائد لحيوان السيبيا يبلغ طولها بضعه أمتار ويبلغ سمك الزائدة الواحدة منها « سمك ذراع الرَّجل » ولقد وصف العلماء بعض انواع من هذه الأخطبوطات العملاقة بلغ طولها بالفعل نحو ٢٠ مترا !

وليس لأسماك القاع قدرة كبيرة على العوم لأن عضلاتها غير قوية ، ولذا تقبع فى مكانها فى أغلب الوقت أو تقوم بجولات قصيرة محدودة . بيد أن لها فما واسعاً وأنياباً حادة . ولفكيها القدرة على التمدد لتبلع سمكة أخرى قد تزيد عن حجمها بكثير مثلما تفعل الثعابين الأرضية (شكل ١٥) . وهى إنما تفعل ذلك لندرة الغذاء على القاع ، وقد تظل السمكة الواحدة أياماً كثيرة بل أسابيع



(شكل ١٥) بعض أسماك القاع السحيق ويلاحظ أن السمكة العليا قد ازدردت سمكة تفوقها كثيرا فى الحجم وتمددت معدتها . كما أن أجسام هذه الأسماك مرصعة ببقع تشع اضواء فغورية ، ولها زوائد تستقبل بها الاحساسات الموجية مثل « هوائى الراديو » أو « الانتناء »

مكتفية بمثل هذه الوجبة الدسمة وقلما تصادف غيرها فى هذه المدة. وأكبر الأسماك التى استخرجت من الأغوار العميقة بلغ طولها نحو أكثر من المتر قليلا ولها رأس ضخم وذيل مسحوب .

وتلعب البكتريا دوراً هاماً جداً فى سلسلة الغذاء على القاع العميق حيث إنها تحلل المواد العضوية على القاع وتستخلص منها الأملاح الغذائية فى النهاية كما تساعد على تكوين ثانى اكسيد الكربون ، وسلفات الأمونيا والفوسفات . كما أن فى إمكان بعض أنواع البكتريا اختزال السلفات إلى كبريتور الايدروجين لتحصل على الطاقة اللازمة لها للحركة والتنفس والانقسام وتنقسم البكتريا وتنتشر بسرعة كبيرة على القاع ولا تحتاج لكثير من الاكسجين للتنفس حيث إن بعض انواعها تتنفس تنفساً لا هوائياً . وتكون البكتريا فى حد ذاتها غذاء تعيش عليه أحياء القاع الدنيئة الأخري ، التى تنتمى إلى الحيوانات اللافقرية وهذه بدورها تأكلها أسماك القاع . وقد وجدت البكتريا أيضاً فى طبقات الرواسب تحت سطح القاع حيث تعيش فى تلك البيئة أنواع مختلفة من الديدان والحيوانات الهشة الصغيرة التى تأكل البكتريا نفسها .

وإذا تصورنا عدم وجود البكتريا على القاع فمعنى ذلك أن

جانباً هاماً من حلقة الغذاء على القاع سوف لا يتوفر ، وبالتالي فلا تستطيع الكائنات الأخرى التي تعيش هناك أن تبقى تحت رحمة الفتات ، الذى يتساقط عليها من الطبقات العليا للبحر ، والذى لا يصل سليما فى أغلب الأحوال . ولكى يتصور القارىء مدي كثرة هذه البكتريا علي القاع يكفي أن نقول إن بعض عينات الطمى التى استخرجت من أعماق تزيد علي ٧٢٠٠ متر من الأخوار القريبة من جزيرة جاوة وجد بها نحو مليون كائن من تلك البكتريا فى الجرام الواحد من الطمى .

ومن طريف ما تمخض عنه البحث فى أعماق البحار ، تلك الأصوات التى تحدثها الأسماك وأحياء البحر الأخرى تحت الماء . وبعضها مسموع للأذن البشرية حيث ان ذبذبة مثل هذه الأصوات تقع فى المدى الذى تستطيع آذننا التقاطه وهو يتراوح بين ١٦ — ٢٠٫٠٠٠ ذبذبة فى الثانية ومثل هذه الأصوات تحدثها أنواع صغيرة من براغيث الماء (الجمبرى) في وقت واحد فكأنما هى فرقة « اوركسترا » آلت على نفسها ان تعزف لحيوانات القاع الأخرى أنغاماً تألفها، والبعض الآخر منها ذو ذبذبات عالية لا تستطيع آذاننا تمييزها وهى الموجات فوق الصوتية التى سبق الكلام عنها ولكن أمكن تسجيلها وتكبيرها . ومنذ

اكتشفت تلك الأصوات الصادرة من اعماق البحر لم تعد تسمية البحر « العالم الصامت » صحيحة بعد اليوم . فهو عالم ليس صامتاً كما كان يبدو للشعراء والكتاب ، بل يعج بالحياة والحركة ، ويزخر بالأصوات من مختلف النغمات .

ومن التقارير القديمة الطريفة عن الأصوات التى تحدثها الأسماك تحت الماء ، ماذكره شخص يدعى المستر فيشر كان يعمل على سفينة ابحاث لصيد الحوت فى المياه القطبية عام ١٨١٩ . وقد ورد فى هذا التقرير ما يلي : « بينما نحن نجد فى اقتفاء أثر الحوت إذا بى اسمع اصواتاً غريبة تصدر من تحت الماء لا قبل لى بها من قبل ، أشبه ما تكون بإمرار اصبع مبتلة علي حافة إناء زجاجى ، وهي نغمة تشبه إلى حد ما نوعا من الصفير ، أخذ يزداد فى الشدة كلما اقتربت الحيوانات من سطح الماء . . . وحالما كانت الحيوانات تخرج برؤوسها إلى سطح الماء انقطع الصوت . . . » .

وليس هذا السيد وحده باول أو آخر من سمع صوت الأحياء المائية تحت سطح الماء ، فقد شاهدتُ الصيادين بالاسكندرية يلصقون آذانهم بقاع القوارب وينصتون إلى حركات الأسماك وأصواتها قبل أن يلقوا بشباكهم إلى الماء .

واتخذ البحث فى الأصوات المنبعثة من الأسماك تحت الماء شكلا جديداً خلال الحرب العالمية الأخيرة حين استخدمت مكبرات الصوت وآلات التسجيل تحت المـاء لرصد حركات الغواصات . وقد وجد العلماء فى أول الأمر أصواتاً غريبة متداخلة على أشرطة التسجيل ، وبفحصها ودراستها أمكن فصلها عن الأصوات التى تحدثها الآلات ومحركات الغواصات تحت المـاء ، ثم اتضح أن مردها إلى أنواع من الأسماك وحيوانات البحر الأخرى التقطتها الأجهـزة الحساسة أثناء مرورها بالقرب منها . وتمخض المزيد من البحث علي ان لـكل طائفة أو نوع من الأسماك اصواتاً مميزة ، مختلفة النغمة والذبذبة بعضها يحاكي النقيق وبعضها يحاكى القعقعة أو « الطقطقة » ، وبعضها يحاكى المواء الحاد المتقطع . ولقد استخدمت مثل هذه الأصوات في التعرف علي أفواج الأسماك الهامة التى يتصادف مرورها تحت المـاء فى مجاميع كبيرة كوسيلة من الوسائل النافعة للمصايد(١) .

---

(١) من المعلومات الطريفة التى كشف اللثام عنها بعد الحرب العالمية الأخيرة أن الغواصات الألمانية كانت محركاتها تزود بالآت صوتية تحاكى الأصوات التى تحدثها أفواج أسماك الرنجة عند مرورها تحت الماء وذلك لتتفادى قنابل الأعماق التى كانت تلقيها السفن البريطانية المطاردة . وبالفعل كانت أغلب تلك القنابل تلق على أفواج الرنجة الحقيقية !

ومنذ عهد قريب جداً اكتشف العلماء ايضا مناطق مانعة للصوت فى الأماكن البحرية التى يلتقى فيها تيار دافىء مع تيار بارد مثل : المنطقة التي يلتقى فيها تيار الخليج الدافىء مع تيار لبرادور البارد بالقرب من سواحل كندا . ومثل هذه الأماكن تصلح اوكاراً تحتمى فيها الغواصات المغيرة او تستخدم كقواعد صاروخية تحت الماء قد لا تفطن إليها اجهزة الكشف الساحلية ، ولها على ذلك اهمية استراتيجية بعيدة الأثر فى وقت الحرب .

ذلك جانب من الأسرار العظيمة المكنونة التي يحتويها هذا العالم الغريب — عالم تحت الماء — لعل فى نشرها عبرة وعظة لأولى الألباب . أو ليس هذا بكاف على أن نضاعف الجهد ، ونكرس مزيداً من المال والعناية لاستغلال البحر قبل أن نتطلع لغزو الفضاء .

خاتمة

وبعد فيتضح مما تقدم ذكره ان موضوع الكشف عن قاع البحر وسبر أغواره من المواضيع الشيقة المثيرة ، التى ساهم فى دراستها علماء من ذوى التخصصات المختلفة ، كما استرعى امرها انتباه آخرين فى تخصصات لم يكن أحد ليظن انها تمت بصلة للبحر . ولكننا إذا نظرنا إلى الظواهر الكونية ككل ، وأمعنا النظر وسرحنا الخاطر فيما يحيط بنا من جلال الخلق وبديع الصنعة ،لوجدنا ان للبحر صلة وثيقة بمظاهر الكون المحيط بالأرض وبالإنسان نفسه،فلا عجب إذن أن تضافر علي دراسته مع علماء الاقيانوغرافيا ، علماء آخرون كعلماء الطبيعة الأرضية والكيمياء والبيولوجيا وطبقات الأرض والحفريات القديمة والأرصاد الجوية وحتى علماء الفلك وعلماء الآثار .

ولما كانت البحار والمحيطات بالاتساع الذى ذكرناه آنفا ، وهى ليست ملكا مشاعا لدولة بعينها ، فإن دراستها على الوجه الأكمل لتحتاج إلى تعاون الدول وتضافرها وتجنيد الكفايات من مختلف الأجناس فى سبيل القيام بالكشوف البحرية فى أعالى

البحار وفى الأغوار العميقة على نطاق أوسع ، ورصد المال اللازم لإعداد سفن لهذه الأبحاث ، أكثر كفاءة وأقوى علي العمل ، وابتكار أجهزة وآلات جديدة . ولقد انقضى ذلك العهد الذى كانت فيه دولة بعينها تفرض فيه حمايتها على البحار بالقوة .

ولقد تقدم العالم فى سبيل التعاون على بحث مشاكل البحر خطوة جديدة إلى الأمام بمعونة هيئة اليونسكو ، فتكونت فى عام ١٩٥١ « اللجنة الدولية المشتركة لدراسة البحار والمحيطات » وعقدت منذ ذلك الوقت عدة اجتماعات على مستوى دولى ، وكان من آثار هذه الاجتماعات وضع برنامج العمل المشترك لأبحاث البحار والمحيطات على نطاق واسع ، وتخصيص مراكب أبحاث كمحطات ثابتة فى عرض المحيطات ، كما وافقت اللجنة المذكورة على إنشاء سفن كبيرة حديثة مزودة بالأجهزة والمعدات للقيام بمزيد من الكشوف العلمية فى أغوار المحيط البعيدة ، وكرست هذه الجهود بعقد أول مؤتمر دولى كبير لعلوم البحار فى اغسطس سنة ١٩٥٩ بنيويورك شهده اكثر من ألف عالم .

ولسوف تشهدالسنون القادمةو لا ريب تحولا كبيراً فى القوى

البشرية وطاقاتها العلمية نحو استغلال الإمكانيات الطبيعية التى توجد فى البحر وعلى قاعه على نطاق واسع .

* * *

ولقد كان للجمهورية العربية المتحدة ، فى نهضتها الحديثة ، من هذا التقدم العلمى نصيب ، فلم تأل جهداً فى الاهتمام بهذا الفرع الجديد من فروع المعرفة وبخاصة وأن لها سواحل عظيمة ممتدة علي بحرين عظيمين ، هما البحر الأبيض والبحر الأحمر ، فأنشأت لعلوم البحار فى جامعاتها كراسي وخصصت لها دراسات عليا ، وبخاصة فى جامعة الاسكندرية ، وأوفدت البعثات العلمية إلى أرقى مراكز البحوث البحرية في الشرق والغرب وتكونت بالمجلس الأعلي للعلوم اللجنة القومية لعلوم البحار لتنمية هذه العلوم وتقدمها فى المجالين الإقليمى والدولى ، واصبح لمصر من مراكب البحث أكثر من مركب ، لتعيد مجداً بحريا قديما كان اهل مصر اول من رفعوا لواءه .

المكتبة الثقافية

تحقق اشتراكية الثقافة

صدر منها للآن

١ — الثقافة العربية أسبق من ثقافة اليونان والعبريين ... للأستاذ عباس محمود العقاد
٢ — الإشتراكية والشيوعة ... للأستاذ على أدم
٣ — الظاهر بيبرس فى القصص الشعبي ... للدكتور عبد الحميد يونس
٤ — قصة التطور ... ... للدكتور أنور عبد العليم
٥ — طب وسحر ... ... للدكتور پول غليونجى
٦ — فجر القصة ... ... للأستاذ يحيى حقى
٧ — الشرق الفنان ... ... للدكتور زكى نجيب محمود
٨ — رمضان ... ... للأستاذ حسن عبد الوهاب
٩ — أعلام الصحابة ... ... للأستاذ محمد خالد
١٠ — الشرق والإسلام ... ... للأستاذ عبد الرحمن صدقى
١١ — المريخ ... ... للدكتور جمال الدين والدكتور محمود خيرى
١٢ — فن الشعر ... ... للدكتور محمد مندور
١٣ — الاقتصاد السياسى ... ... للأستاذ أحمد محمد عبد الخالق
١٤ — الصحافة المصرية ... ... للدكتور عبد اللطيف حمزه

١٥ — التخطيط القومى ... ... للدكتور إبراهيم حلمى عبد الرحمن

١٦ — اتحادنا فلسفة خلقية ... للدكتور ثروت عكاشة

١٧ — اشتراكية بلدنا ... ... للأستاذ عبد المنعم الصاوى

١٨ — طريق الغـــد ... ... للأستاذ حسن عباس زكى

١٩ — التشريع الإسلامى وأثره في الفقه الغـــربى } للدكتور محمد يوسف موسى

٢٠ — العبقرية فى الفن ... ... للدكتور مصطفى يوسف

٢١ — قصة الأرض في إقليم مصر للأستاذ محمد صبيح

٢٢ — قصة الذرة ... ... للدكتور إسماعيل بسيونى هزاع

٢٣ — صــلاح الدين الأيوبى بين شعراء عصره وكتابه } للدكتور أحمد احمد بدوى

٢٤ — الحب الإلهى فى التصوف الإسلامى للدكتور محمد مصطفى حلمى

٢٥ — تاريخ الفلك عند العرب... للدكتور إمام إبراهيم أحمد

٢٦ — صراع البترول فى العالم العربى للدكتور أحمد سويلم العمرى

٢٧ — القومية العربية ... ... للدكتور أحمد فؤاد الأهوانى

٢٨ — القانون والحياة ... ... للدكتور عبد الفتاح عبد الباقى

٢٩ — قضية كينيا ... ... للدكتور عبد العزيز كامل

٣٠ — الثورة العرابية ... ... للدكتور احمد عبد الرحيم مصطفى

٣١ — فنون التصوير المعاصرة للأستاذ محمد صدقى الجباخنجى

٣٢ — الرسول فى بيته ... ... للأستاذ عبد الوهاب حمودة

٣٣ — أعلام الصحابة (المجاهدون) للأستاذ محمد خالد

٣٤ — الفنون الشعبية ... ... للأستاذ رشدى صالح

٣٥ — إخناتون ... ... للدكتور عبد المنعم أبو بكر

٣٦ — الذرة فى خدمة الزراعة ... للدكتور محمود يوسف الشواربى

٣٧ — الفضاء السكونى ... ... للدكتور محمد جمال الدين الفندى
٣٨ — طاغور شاعر الحب والسلام للدكتور شكرى محمد عياد
٣٩ — قضيـة الجلاء عن مصر ... للدكتور عبد العزيز رفاعى
٤٠ — الخضراوات وقيمتها الغذائية والطبية للدكتور عز الدين فراج
٤١ — العـدالة الاجتماعية ... ... للأستاذ المستشار عبد الرحمن نصير
٤٢ — السينما والمجتمع ... ... للأستاذ محمد حلمى سليمان
٤٣ — العرب والحضارة الأوربية ... للأستاذ محمد مفيد الشوباشى
٤٤ — الأسرة فى المجتمع المصرى القديم للدكتور عبد العزيز صالح
٤٥ — صراع على أرض الميعاد ... للأستاذ محمد عطا
٤٦ — روّاد الوعى الإنسانى... ... للدكتور عثمان أمين
٤٧ — من الذرة إلى الطاقة ... ... للدكتور جمال الدين نوح
٤٨ — أضواء على قاع البحر ... ... للدكتور أنور عبد العليم

الثمن قرشان فقط

المكتبة الثقافية

مكتبة جامعة لكل أنواع المعرفة
فاحرص على ما فاتك منها ...

والطلب من :

١ — دار القـــلم ... ... ١٨ شارع سوق التوفيقية بالقاهرة

٢ — مكاتب شركة توزيع الأخبار ... ... فى الإقليم المصرى

٣ — وكلاء الشركة القومية ... ... فى جميع البلاد العربية

٤ — مكتبة المثنى ... ... بغداد ـ العراق

٥ — الشركة القومية للنشر والتوزيع ... ... تونس

٦ — مكتبة الندوة ... ... أم درمان ـ السودان